



Centro de  
Innovación en  
Tecnología  
para el  
Desarrollo Humano



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD  
UNAM

Trabajo Fin de Máster

## **Una aproximación a la reducción de la contaminación intradomiciliaria a través de la mejora de la habitabilidad básica**

**CASO DE ESTUDIO EN VIVIENDAS RURALES CON ESTUFAS O COCINAS MEJORADAS DE LEÑA TIPO PATSARI EN LA REGIÓN PURÉPECHA (MICHOACÁN, MÉXICO)**

Belén Olaya García

Tutores: Julio Lumbreras Martín (UPM) y Omar Masera Cerutti (UNAM)

Máster Interuniversitario Estrategias y Tecnologías para el Desarrollo Humano

Julio 2017 – UPM / UCM



“...Oh cha Tukup Acha K’eri Kurikaueri  
Jiochitsini ini intsperatechani,  
i xiruata tepekatani enga uérhukuni jaka  
iukata ujchakuerakaterhu  
enga kurhikuhinjuni jaka juchari komakuerhu.”

“...¡Oh tú!, dios del fuego,  
recibe propicio nuestras preces:  
lleguen hasta ti las espirales de humo  
de la leña sagrada  
que se enciende en nuestros templos.”

*Oración Purépecha*

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a todos los integrantes del itdUPM, al profesorado y a mis compañeros y compañeras del máster, por todas las enseñanzas que cada uno de ellos me han aportado, y, en específico, al Dr. Julio Lumbreras, como tutor, por posibilitar mi participación en el proyecto de cooperación interuniversitaria con el que comenzó esta andadura y que me permitió profundizar en la temática de la energía limpia de cocinado.

A la Universidad Politécnica de Madrid, por su financiación a través de la Convocatoria de Ayudas para Acciones de Cooperación para el Desarrollo a los dos proyectos de los que he sido parte: COOP-XVI-15 y COOP-XVII-01; y a la Dra. Belén Gesto por su implicación en este último, que actualmente estamos desarrollando.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, al Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, y al laboratorio de Bioenergía, por abrirme sus puertas desde mi llegada, y porque gracias a su financiamiento pude realizar el trabajo de campo del presente estudio.

En especial, al Dr. Omar Masera, porque ha sido tutor, jefe y amigo desde el primer momento. Gracias de corazón por darme tu apoyo, por brindarme tantas oportunidades, y por compartir tu experiencia y conocimientos. Es un orgullo trabajar a tu lado.

Al Grupo Interdisciplinario en Tecnología Rural Apropiada (GIRA A.C.), en específico al Dr. Víctor Berrueta, por su implicación en el proyecto de cooperación interuniversitaria, y a Félix Patricio. Sin la ayuda y la coordinación de ambos no habría podido realizar las visitas a las comunidades ni conocer la realidad de la zona de estudio.

A la Dra. Ana Moreno y a Alicia Castro de EnDev GIZ Perú, por su apoyo constante a los proyectos interuniversitarios y al desarrollo de la Red y a todas las personas que forman la Red Latinoamericana y del Caribe de Cocinas Limpias.

Al Dr. Francisco Mora Ardilla, Técnico en la Unidad de apoyo en estadística, modelación y manejos de datos de la UNAM, por su apoyo con los análisis realizados y sus valiosas sugerencias.

A Candela de la Sota, porque aunque no nos encontremos presencialmente, siempre está tras un email para todo lo que necesite. Gracias por tu compromiso y por reafirmar que el trabajo en red es fácil y posible.

A la Dra. Betina Cardoso, por ayudarme a través de su conocimiento, paciencia y experiencia; y a Marcela Vanegas, por su apoyo desde antes de mi llegada a Morelia. Gracias por tanto chatas.

A mis amigas. Porque no importan la distancia que haya entre nosotras, siempre están a mi lado.

A Oli y David, por sus consejos, apoyo y por ser un ejemplo para mí. Por haber traído al mundo a las tres personitas que más quiero.

A mis padres, quienes me acompañan y aconsejan sabiamente. Gracias por transmitirme los valores que me han hecho la persona que hoy soy, gracias por vuestro esfuerzo y amor incondicional. Os estaré eternamente agradecida.

Y a German, por hacerme feliz y porque juntos crecemos tanto personal, como profesionalmente. Gracias por tu comprensión, paciencia y amor.





## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. LA VIVIENDA PURÉPECHA, LA COCINA Y EL FUEGO	9
2.2. HABITABILIDAD BÁSICA Y MÉTODOS DE MEJORA DE LAS VIVIENDAS	12
2.3. CONTAMINACIÓN INTRADOMICILIARIA Y VENTILACIÓN	17
2.4. ADOPCIÓN Y USO SOSTENIDO DE LAS ESTUFAS	19
3. OBJETIVOS	20
4. ÁREA DE ESTUDIO	20
5. METODOLOGÍA	22
5.1. ENFOQUE Y MUESTRA	22
5.2. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN	22
6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	23
6.1. VARIABLES	23
6.2. ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE USO DE LAS ESTUFAS Y LAS CONDICIONES O COMPORTAMIENTOS	24
6.3. CARACTERIZACIÓN Y PREGUNTAS ESPECÍFICAS	24
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
7.1. CARACTERIZACIÓN GENERAL	24
7.2. ANÁLISIS DE REDUNDANCIA BASADO EN MATRICES DE DISTANCIA (dbRDA)	27
7.3. CARACTERIZACIÓN ESPECÍFICA	29
7.4. RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS ESPECÍFICAS	34
8. CONCLUSIONES Y POSIBLES LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	37
9. BIBLIOGRAFÍA	38
10. ANEXOS	41
ANEXO 1. CUESTIONARIO Y ENTREVISTA TIPO	41
ANEXO 2. MATRICES DEL ANÁLISIS DBRDA	49
ANEXO 3. LISTADO DE RECOMENDACIONES	51



## UNA APROXIMACIÓN A LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN INTRADOMICILIARIA A TRAVÉS DE LA MEJORA DE LA HABITABILIDAD BÁSICA

### Caso de estudio en viviendas rurales con estufas o cocinas mejoradas de leña tipo Patsari en la región Purépecha (Michoacán, México)

Olaya García, Belén. Lumbreras Martín; Julio (Tutor UPM); Masera Cerutti, Omar (Tutor UNAM)

Proyecto COOP-XVII-01 Cocinas Limpias. itdUPM - Laboratorio de Bioenergía, IIES-UNAM

#### INFORMACIÓN

Julio 2017

TFM Máster en Estrategias y Tecnologías para el Desarrollo – UPM/UCM

#### Palabras claves:

Contaminación intradomiciliaria (Indoor Air Pollution)

Estufas o cocinas mejoradas de leña

Estufa Patsari

Habitabilidad básica

Arquitectura

Adopción de tecnología

#### RESUMEN

El problema de la contaminación intradomiciliaria (IAP, por sus siglas en inglés) viene dado, principalmente, por la quema de combustible sólidos a fuego abierto o de forma ineficiente en las cocinas. Para combatir esto, se han desarrollado distintos estudios y programas de implementación de estufas o cocinas mejoradas de leña en todo el mundo, lo que ha proporcionado una serie de beneficios, y entre ellos, disminuir la IAP. Esta reducción depende directamente de la adopción de la tecnología y, por tanto, del uso del que se le dé a la estufa, así como de otros factores, como la ventilación interior o el diseño del espacio de las cocinas. Este trabajo presenta un estudio, como primera aproximación a la temática, de 35 viviendas rurales ubicadas en siete comunidades de la región Purépecha (Michoacán, México) que cuentan con estufas o cocinas mejoradas de leña tipo Patsari. Se analiza la relación de distintos aspectos de las estufas, los espacios y los comportamientos sostenibles de las usuarias con el uso de las estufas; y se analiza el estado de las cocinas respecto a la ventilación, los materiales de la cocina y la tecnología, para concretar una serie de recomendaciones de mejoras de los espacios. Con éstas se pretende que las condiciones de habitabilidad básica en las viviendas rurales mejoren a través del asesoramiento técnico, la autoconstrucción y la ecotecnología, para que al implementarse pueda darse una mayor adopción de las estufas o cocinas mejoradas y se reduzca la IAP, lo que conllevaría la mejora de la calidad de vida y de la salud de las familias.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El uso de biomasa como fuente de energía para cocinar es una práctica global llevada a cabo por más de 2.700 millones de personas en todo el mundo (IEA, 2010). Su quema ineficiente, principalmente en fogones abiertos tradicionales, representa numerosos riesgos: la generación de Gases Efecto Invernadero, la deforestación y degradación forestal; impactos en la calidad de vida de las familias al invertir mucho tiempo o dinero en la recolección o compra de combustibles; y daños a la salud provocados por la contaminación intradomiciliaria (IAP, por sus siglas en inglés), debido a las sustancias o partículas nocivas que son emitidas (Díaz et al, 2011). La contaminación

intradomiciliaria provoca cada año más de 4 millones de muertes prematuras de niños y adultos por enfermedades respiratorias, cardiopatías y cáncer (OMS, 2014). Dentro de esta temática se ha investigado en distintos ejes, por ejemplo, sobre las partículas contaminantes (partículas finas, PM2.5, y monóxido de carbono, CO): la exposición a ellas, el efecto de éstas en la salud y en el cambio climático, o las tasas de emisiones adecuadas; sobre tecnologías limpias de cocinado: respecto al diseño, evaluación, mediciones y pruebas en laboratorio; o sobre la adopción de las tecnologías: apilamiento de tecnologías, uso mantenido y patrones de uso, entre muchas otras. Sin embargo, aunque se ha avanzado de forma importante en estos ejes, no es muy amplia la bibliografía sobre la relación que tiene la arquitectura sobre estos temas y cómo englobar todas estas investigaciones y avances en el

diseño y/o mejora del espacio de las cocinas, y en especial, en viviendas precarias. Este es el caso de los 4.67 millones de hogares que no tienen acceso a servicios básicos en México, de los cuales el 59.6% se encuentran en zonas rurales (GEA, 2010).

Kitchen 2.0 (Ruth et al, 2013) y el Programa Ambientes y cocinas saludables (EnDev, 2014) son dos ejemplos de estudios que han ampliado el enfoque, desde las estufas al espacio de las cocinas, incluyendo estrategias multinivel donde se valoran aspectos como los materiales, el tamaño de los huecos y el tipo de ventilación en relación con la calidad del aire intradomiciliario, en el primer caso, y aspectos como el mantenimiento y mejoramiento de los espacios de la cocina, y comportamientos saludables relacionados con la adopción de las estufas, en el segundo.

El Laboratorio de Bioenergía del Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), trabaja en la temática desde los años 90 y, en colaboración con la Asociación Civil Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Avanzada (GIRA A.C.), han realizado numerosos estudios e investigaciones en el tema de la cocción rural. De forma colaborativa, junto a las comunidades rurales de Michoacán, México (Imagen 1), instituciones académicas y la sociedad civil, diseñaron una estufa<sup>1</sup> mejorada de leña llamada Patsari ("la que guarda" en purépecha), que ha recibido numerosos premios y reconocimientos, entre ellos el Ashden Awards para la Energía Sostenible en 2006, por la integralidad del proyecto, por el diseño de una estufa cuyo consumo de combustible es extremadamente eficaz y por suministrar



Imagen 1. El estado de Michoacán dentro de la República mexicana (Elaboración propia con base de INEGI, 2017)

<sup>1</sup> En el presente trabajo se le llamará a la tecnología igual que en el lugar de creación (México): "estufa mejorada de leña" (cocina mejorada de leña en España) para no crear en adelante confusión entre el concepto de cocina entendido como el espacio de la vivienda y el que entendemos como tecnología. Por tanto, cuando se hable de estufa se estará

pruebas científicas de las ventajas para la salud y el medio ambiente de estas tecnologías (Díaz et al, 2011). Esta estufa se diseminó inicialmente por las áreas rurales de la Meseta Purépecha y se ha extendido a más de 20 estados de la república mexicana, contando, en 2012, con más de 150.000 estufas difundidas (Ortiz et al, 2014) (Imagen 2).

En dicho estado son muchas las viviendas que cuentan con la estufa Patsari (Imagen 3) y es abundante el trabajo de campo que se ha realizado en las viviendas para investigar sobre adopción de la tecnología, medición de contaminantes en las cocinas e impactos de las estufas (Masera et al, 2007; Zuk et al, 2007; Johnson et al, 2008;



Imagen 3. Estufa mejorada de leña tipo Patsari en una de las viviendas analizadas (Elaboración propia)

Armendáriz et al, 2008), tanto en el estado de Michoacán como a nivel de la república. Estos estudios son importantes ya que en México, el 90% de los usuarios de leña viven en áreas rurales y éste es el principal combustible para 28 millones de personas (Díaz, 2000). Específicamente en Michoacán no se cuenta con estudios enfocados a conocer el estado de las viviendas, de las cocinas y su relación con las estufas mejoradas de leña a nivel global. Por ello, desde el Laboratorio de Bioenergía se contaba con la iniciativa de realizar esta investigación, enfocada a conocer el estado de las cocinas de la zona con

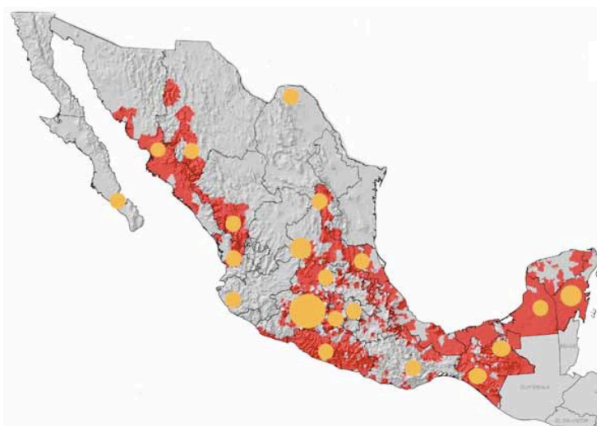


Imagen 2. Regiones de influencia del Proyecto Patsari (Díaz et al, 2011)

nombrando a la tecnología limpia de cocinado (no confundir con la tecnología usada en específico para calentar un ambiente) y cuando se hable de cocina, al espacio de la vivienda donde se realizan dichas prácticas.

estufas Patsari, para conocer en específico la situación y poder desarrollar una serie de recomendaciones de mejoras que puedan apoyar a la reducción de la contaminación intradomiciliaria y al aumento de la adopción de las estufas.

Iniciar una investigación de este tipo es importante en la temática del acceso a energías limpias de cocinado ya que, aunque se considera que el tipo de estufa y el combustible son los más importantes a la hora de reducir la contaminación (Bruce et al, 2004), existe un alto potencial de apoyo de la arquitectura a los esfuerzos que las tecnologías limpias de cocinado ya están haciendo, a través de las características de la cocina, la ventilación, el tamaño de los huecos o los materiales, lo que se ha vislumbrado en conclusiones de otras investigaciones (Nyström y Lorimer, 1995; Clarck et al, 2009; Pine et al, 2011; Chu y Chiang, 2013; Ruth et al, 2013; Simon et al, 2014; Parajuli et al, 2016; Shen et al, 2016; Carvalho et al, 2016; Debnath et al, 2016a, 2016b).

La arquitectura tiene el potencial de permitir regular la pérdida o ganancia de energía, la reducción de la contaminación intradomiciliaria, apoyar en la adopción de la tecnología, mejorar la habitabilidad básica de las viviendas y/o cocinas y la calidad de vida de las familias y hacerlo a través de distintos tipos de intervenciones: asesoramiento técnico, autoconstrucción y ecotecnología; y de diferentes escalas: desde pequeñas, que pudieran realizar los usuarios y usuarias sin un coste elevado; hasta de mayor envergadura, a realizar a través del apoyo de instituciones o microcréditos.

Se estaría, de esta forma, trabajando por la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Imagen 4). En particular de los OSD 7, Energía asequible y no contaminante, implícito en la temática de la energía limpia de cocinado; y ODS 11, Ciudades y comunidades sostenibles, al fomentar la mejora de la habitabilidad básica. Asimismo, se estaría impulsando el logro de otros ODS relacionados: ODS1, Fin de la pobreza, al permitir que la reducción del uso de combustible implique una mejora económica en las familias, bien dedicando su dinero a otras necesidades, o su tiempo invertido en la búsqueda de combustible; ODS 2, Hambre cero, relacionado con la dotación de tecnologías de cocinado y reducción de la pobreza energética, uno de los principales obstáculos para la reducción del hambre (ODS, 2017); ODS 3, Salud y bienestar, al reducir la contaminación intradomiciliaria y mejorar las viviendas, se tendrá una relación directa en la mejora de la salud de las usuarias; ODS 4, Educación de Calidad, al permitir tener espacios de calidad en las viviendas donde los menores puedan estudiar o hacer tareas, al disponer de más tiempo para esto al reducir el consumo de combustible y su recolección; ODS 5, Igualdad de género, al fomentar que las mujeres

dispongan de más tiempo para su desarrollo, educación y empoderamiento y pasen menos tiempo en ambientes contaminados; ODS 6, Agua limpia y saneamiento, al fomentar el acceso a agua limpia y saneamiento de calidad a través de éstas prácticas saludables en las cocinas; ODS 8, Trabajo decente y crecimiento económico, al fomentar el desarrollo de la autoconstrucción, la formación de técnicos/as y el desarrollo de empresas y mercados en torno a la energía limpia de cocinado y materiales; ODS 9, Industria, innovación e infraestructura, al fomentar los procesos de innovación para el desarrollo de ecotecnias y tecnologías limpias de cocinado, potenciar la productividad y el desarrollo de pequeñas y medianas empresas enfocadas a dichas prácticas; ODS 10, Reducción de las desigualdades en y entre los países, al replicar estas estrategias en las zonas más desfavorecidas; ODS 12, Producción y consumo responsables, al fomentar el uso de ecotecnias, la reducción de las emisiones y las prácticas sostenibles que reduzcan el consumo inadecuado de energía, ODS 13, Acción por el clima, al fomentar prácticas que reducen las emisiones de Gases Efecto Invernadero; y ODS 15, Vida de ecosistemas terrestres, ya que a través de las tecnologías limpias de cocinado se está fomentando la reducción de la deforestación, del consumo de leña y su uso inadecuado.



Imagen 4. ODS fortalecidos a través la temática (Elaboración propia con información de ODS, 2017)

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. LA VIVIENDA PURÉPECHA, LA COCINA Y EL FUEGO

Delimitar, acondicionar o apropiarse del espacio es inherente a la naturaleza humana y ha sido la vivienda vernácula la encargada de que este proceso se hiciera en conjugación con la naturaleza (Ettinger, 2010). Se considera vivienda vernácula la que presenta cinco condiciones (como se cita en Ettinger, 2010): el dominio de técnicas y sistemas constructivos ancestrales que se mantienen como práctica viva, la utilización de materiales naturales de la región, la autoconstrucción (individual o comunitaria), el carácter dinámico (en relación con el



mantenimiento) y la capacidad de adaptación a las condiciones del medio ambiente.

Los materiales de la vivienda vernácula de la zona purépecha, en específico en la zona de estudio, han sido de forma tradicional el adobe y la madera, siendo esta última más común en la zona de la Meseta. El adobe se presentaba con cubiertas de madera y terminado de teja de barro, implicando un esquema constructivo de zaguán<sup>2</sup>, corredor y patio en el que las habitaciones se forman a lo largo de un eje en la parte frontal del solar o perímetro, están delimitados con muros bajos y constituyen extensiones del espacio interior con usos diversos, incluyendo actividades productivas y convivencia social. La construcción con tablón de madera, se levantaba con cubierta de vigas del mismo material y tejamanil. En este caso, la vivienda comprende la totalidad del solar, donde se disponen estructuras aisladas y el espacio abierto entre

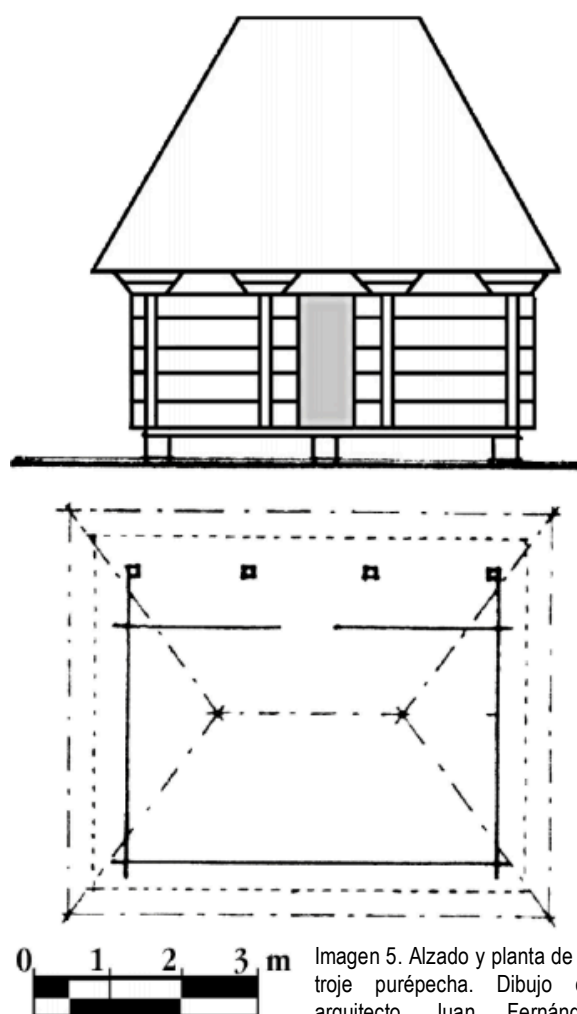


Imagen 5. Alzado y planta de un troje purépecha. Dibujo del arquitecto Juan Fernández Bontempo (García, 2012)

<sup>2</sup> Sala inmediata a la puerta principal de entrada.

<sup>3</sup> García (2012), explica la diferencia entre la troje, palabra femenina que en el siglo XVIII designaba al granero español o márhitia; con el troje, el

construcciones (ekhuaro en purépecha) es el centro de las actividades de la casa. La vivienda de madera se denomina troje<sup>3</sup> (Imagen 5). Es desarmable y tradicionalmente se ha construido con tabloncillos de madera ensamblados sacados de especies de gran tamaño, que le dan la longitud a la estancia, pudiendo ser de 6 o 7 metros de largo, con un tapanco (Imagen 6). El tapanco consiste en una plataforma de madera construida por debajo de la cubierta, que divide la altura del cuarto y permite guardar el maíz en su interior (Prieto, 2006; Ettinger, 2010). La cubierta del troje, se conforma a cuatro aguas y con fuerte pendiente como respuesta a las intensas lluvias que recibe la zona de junio a septiembre, con el caballete paralelo al portal (Aguilar y Prieto, 2002). En ambos casos, en las viviendas de adobe y de madera, la cocina se alza como una estructura independiente a las demás, con el fogón tradicional contenido en su interior, y, mientras se configura como el ámbito gobernado por las mujeres, se contrapone al troje, bajo el mando de los hombres, formando entre las dos el grupo doméstico purépecha (García, 2009).

Como muestra Ettinger (2010), la vivienda vernácula representa la sabiduría de las respuestas tecnológicas regionales y artesanales, subrayando las virtudes de los materiales tradicionales sobre los modernos en su relación con las condiciones bioclimáticas, resaltando la adecuación de las construcciones a su medio ambiente natural. Los materiales de la vivienda vernácula de la zona purépecha se adaptaban al clima y las



Imagen 6. Tapanco de un troje (Elaboración propia)

granero purépecha con aposento, la construcción más grande en el predio doméstico, que, junto con la función de granero también tuvo otras complementarias.

condiciones del medio, pero, actualmente, las viviendas están sufriendo un proceso de cambio hacia otros materiales, como el bloque de cemento o el hormigón armado (concreto reforzado en México) dado por varios factores (Ettinger et al, 2005; Ettinger, 2010, 2015):

En primer lugar, junto a su papel simbólico y funcional, hay que entender a la vivienda como un reflejo de la sociedad que juega un papel activo en la reproducción de los valores culturales y las costumbres, como un agente de cambio dentro de la sociedad que, lejos de ser estático, es un proceso continuo de cambio y transformación que irá evolucionando a la par que ésta.

Por otro lado, el alto costo de la construcción tradicional causado por la falta de materias primas, entre ellas madera para la construcción que imposibilitan la construcción de trojes del tamaño habitual, la falta de personas dedicadas a la construcción tradicional y la necesidad de constante mantenimiento, son los problemas frecuentes que implican el abandono de técnicas tradicionales y que conllevan al uso de materiales contemporáneos, en algunos casos, como la única opción disponible frente a la escasez, ayudado por la industrialización, la cercanía de tiendas de abastecimiento y el abaratamiento de estos materiales.

Este cambio de materiales implica, en algunos casos, nuevas posibilidades de estructuración del espacio y forma, creando nuevas variantes de la vivienda vernácula, aunque, no se debe olvidar que, por sí mismo, el troje purépecha es un elemento de cruce, resultado de más de 500 años de hibridación, teniendo su origen relacionado con las cabañas de madera vascas utilizadas desde los inicios de la colonia española (Prieto, 2006; García, 2014).

Finalmente, la ausencia de población masculina debido a la emigración ha provocado la pérdida de conocimiento de los sistemas de construcción tradicionales y la reducción del número de personas expertas en construcciones vernáculas, haciendo evidente que la emigración también supone una importante influencia la transformación de la vivienda. De esta forma, es también una vía importante de canalización de “imágenes de modernidad” traídas de la nueva ciudad o país (también identificadas por distintos miembros de la comunidad gracias a los medios de comunicación, entre ellos, los albañiles que aconsejan y llevan a cabo las modificaciones

de las viviendas), lo que apoya la imagen de que lo vernáculo y los materiales regionales se asocian con el atraso, adquiriendo una connotación negativa, y asociando los nuevos materiales con durabilidad, imagen y progreso (Ettinger, 2010). Aunado a esto, la emigración supone un factor relevante de cambio debido a las remesas –recursos monetarios que la persona migrante envía a sus familiares– y que se invierten en las mejoras de los hogares<sup>4</sup>.

Como explica Soberanes (2007), las cocinas, también en constante evolución a lo largo de la historia a nivel global, tienen esa esencia de lugar colectivo de consumo y preparación de los alimentos y de reunión alrededor del fuego de la cueva-hogar. En muchos lugares de todo el mundo la cocina se ha transformado desde el fogón tradicional; pasando por una concepción medieval donde la cocina era el centro del inmueble; a un planteamiento renacentista donde se relega la cocina al último lugar de la vivienda; a convertirse en un espacio modular y funcional, enfocado al desarrollo de las tareas por parte de las mujeres, tras la industrialización y la introducción paulatina de electrodomésticos; que finalmente ha derivado a un espacio tecnificado, enfocado a ser usado por ambos sexos.

Sin embargo, en otros muchos lugares, esta evolución no ha seguido esta línea del tiempo, y encontramos prácticas de cocinado con fogones sin chimenea dentro del espacio de la cocina, contando en México 5 millones de vivienda con esta condición (Ortiz et al, 2014), donde, las mujeres, son las que llevan a cabo las tareas en ellas.



Imagen 7. Bordado representando la cocina purépecha (Cortesía de Omar Masera)

<sup>4</sup> Ettinger (2010) mostró una entrevista de Lázaro Cárdenas, gobernador del estado de Michoacán en 2005 que señalaba: “Somos cuatro millones de michoacanos viviendo aquí, más cerca de tres millones viviendo en los Estados Unidos con una relación muy estrecha desde todos los puntos de vista: la relación económica, la relación entre la comunidad, que se da pues, de manera cotidiana y permanente”. La autora arroja datos relevantes: 1) Michoacán es el estado que más remesas recibe dentro del país, estimando en 2004 2.2 billones de dólares, equivalente

a 539 \$USD per cápita; 2) hay 1.6 migrantes por hogar y el 11.3% de los hogares reciben remesas, un tercio de ellos como único ingreso; 3) aproximadamente el 16% del total de las remesas se destina a mejoras o construcción de una nueva vivienda, aunque este dato varía según la localidad dependiendo de la tradición migratoria: poblados con una tradición establecida de migración temporal tienden a invertir menos en vivienda que los que van en su primera o segunda generación de flujo migratorio.





Imagen 8. Ejemplos de distintos tipos de cocina encontrados en la zona (Elaboración propia)

La cocina purépecha (Imagen 7), muy importante en la cosmovisión regional, era donde las familias pasaban la mayor parte del tiempo y realizaba distintas actividades, desde el entierro del cordón umbilical en el fogón al nacer los hijos, el consumo de alimentos o el uso como dormitorio. El fogón tradicional, solo tres piedras arrimadas en triángulo, en cuyo centro se enciende el fuego, forma el parhánkwa u hogar purépecha, situado en el centro de la cocina (García, 2009). Ésta se construía con maderas asentadas directamente sobre el suelo y en posición vertical, en lugar de horizontal como el troje, poco ensamblada para permitir la salida del humo (García, 2012). La cocina se podía elevar del suelo con una cimentación de piedra y contaba con un marco de madera como apoyo para la cubierta y los muros (Ettinger, 2010).

Actualmente, las cocinas purépechas presentan distintas configuraciones (Imagen 8), desde la construcción tradicional, a la adaptación de trojes como cocinas, cocinas integrales dentro de las viviendas, y nuevos usos adaptados a los espacios existentes de los hogares, como nuevos espacios-cocinas, desligadas de la cocina tradicional con el fogón o las estufas mejoradas. Esto ocurre en ocasiones en los corredores, donde se encuentran las estufas de gas o los refrigeradores.

## 2.2. HABITABILIDAD BÁSICA Y MÉTODOS DE MEJORA DE LAS VIVIENDAS

Como mostraron Nyström y Lorimer (1995), la cocina es el lugar donde se consume la mayor parte de la energía en los países en desarrollo, donde se cocina y se llevan a cabo las actividades relacionadas con la preparación de alimentos, una parte esencial de la mayoría de los hogares y uno de los principales lugares de trabajo del hogar. Pero, al mismo tiempo, es el espacio donde se encuentran los problemas de la contaminación intradomiciliaria, las altas temperaturas, la humedad, es peligroso y malsano, oscuro, cubierto de hollín, lleno de humo y polvo, y, en muchas ocasiones desordenado y descuidado, lo que hace necesario buscar métodos de mejora de las mismas.

Según Salas et al (2012), el concepto de habitabilidad básica (HaB) define el conjunto de condiciones de asentamiento y alojamiento humano que adquiere un terreno al transformarse en un lugar ordenado, apto y capaz de posibilitar el morar saludable y la reproducción vital, considerada histórica y socialmente adecuada a sus pobladores. Es una línea crítica de condiciones vitales, por debajo de la cual la habitabilidad



resultará precaria y por encima, posibilitará el progresivo desarrollo de las personas. Como indican los autores, ante el inalcanzable “derecho a la vivienda digna para todos” la HaB se presenta como una alternativa mundial para este problema, actuando tanto en nuevos asentamientos, a través de estrategias como la ocupación guiada, como en asentamientos existentes, mediante acciones como la dotación de servicios públicos, desarrollo de tecnologías y soluciones para la ampliación y mejora de viviendas, o estrategias de formación, entre otras. Cabe puntualizar, que en la HaB, como en cualquier planteamiento de lucha contra la pobreza, hay que cuidar el proceso frente al producto y es imprescindible la participación del poblador en el proceso de dotación de la misma.

Los principales problemas en materia de rezago habitacional que se encuentran en Michoacán cuantifican un 13.9% de las viviendas sin una cocina adecuada, un 12% sin un manejo eficiente de los residuos y un 12% sin chimenea cuando se usa leña o carbón (SEDESOL, 2015), estando dos de ellos ligados directamente con la temática propuesta en el presente trabajo, y el tercero implícito en procesos que se dan a cabo en las cocinas. Como muestra la imagen 9, otros problemas son la falta de drenaje (7%), el hacinamiento (5.9%), el suelo de tierra (5.5%), el techo precario (4.8%), la falta de agua entubada (4.2%) o de sanitario (3.0%), siendo necesario una mejora de la habitabilidad básica que permita el correcto desarrollo de las personas afectadas.

Aunque el mal estado de las viviendas afecta de forma negativa a todos los miembros de las familias, las repercusiones sobre las mujeres son más intensas, al suponer una carga mucho mayor realizar labores domésticas en situaciones de precariedad. Además de dedicar más horas en general al trabajo que los hombres, lo hacen 3.3 veces más que ellos en trabajos no remunerados (Galindo et al, 2015). Por tanto, es importante considerar la perspectiva de género en la temática, fundamentada por el papel protagónico y el grado de involucramiento de la mujer en los asuntos del hogar

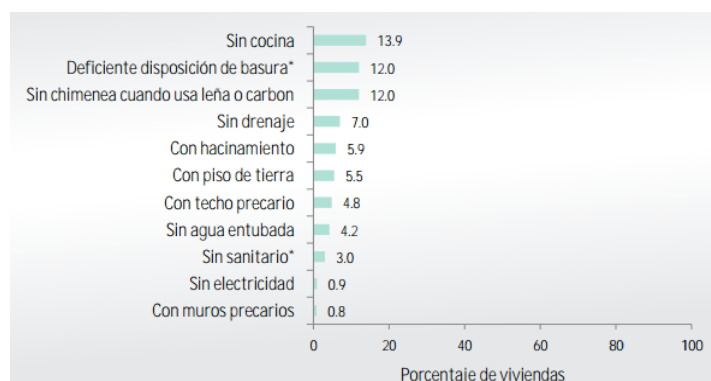


Imagen 9. Principales rezagos en las viviendas de Michoacán - 2015 (SEDESOL, 2015)



Imagen 10. Vivienda en Erongarícuaro, antes y después de las obras (Junta de Andalucía, 2015)

(Salles y de la Paz, 2008) para reducir los problemas de salud y el sesgo de las mujeres en la sociedad.

Para mejorar las viviendas, se han llevado a cabo distintos proyectos en la zona de estudio que han fomentado la consecución de la HaB. Entre otros, la rehabilitación de viviendas en los poblados indígenas de la cuenta del lago de Pátzcuaro, de forma conjunta, a través del Gobierno del Estado de Michoacán, la Consejería de Fomento y Vivienda de la Junta de Andalucía y la Agencia Española de Cooperación al Desarrollo, interviniendo en total en 143 viviendas durante los años 2007 y 2013 a las que se mejoraron las condiciones mediante la recuperación de técnicas y materiales tradicionales de construcción (adobes y revestimientos de barro con baba de nopal, entre otros) y se comenzó un proceso de rescate de la traza y la imagen urbana de las comunidades (Junta de Andalucía, 2015) (Imagen 10).

De igual forma, en San Antonio Tierras Blancas, se llevó a cabo un proyecto de conservación y recuperación del patrimonio vernáculo edificado, para mejorar las condiciones de vida de la comunidad mediante el trabajo conjunto con ellos, considerando la rehabilitación de las cocinas, construyendo para ello un suelo de tierra y cal más la introducción de una estufa de leña mejorada tipo Patsari; el establecimiento de letrinas; la reposición del material original de los techos (tejamanil); el empedrado de las calles; y la introducción de agua (Prieto, 2006).

Los materiales principales de la vivienda vernácula de la zona, como se ha visto, eran inicialmente adobe y madera y se adaptaban al clima

y las condiciones del entorno. Este tipo de materiales naturales aportan una serie de beneficios como durabilidad, confort y eficiencia energética, siempre que se usen de la manera correcta, por lo que constituyen un mecanismo potencial de mejora de las viviendas, tanto por los beneficios mencionados, como la facilidad de acceder a ellos. Como se vio en el epígrafe de vivienda purépecha, en la zona se están perdiendo los conocimientos de construcción vernácula, por lo que sería necesario llevar a cabo una serie de capacitaciones si se pretende potenciarlos; y en el caso de la madera, de difícil acceso, se podría valorar el uso de otras técnicas naturales, que, si la comunidad está interesada en aprender e implementar, se podrían desarrollar.

Los materiales naturales se aúnan mediante el concepto de bioconstrucción. Ésta se caracteriza por construir minimizando en lo posible el impacto en el medio<sup>5</sup>, con sistemas de edificación realizados con materiales

ecológicos, reciclados o altamente reciclables, de bajo impacto o extraíbles mediante procesos sencillos de bajo costo, por ejemplo la tierra.

Asimismo, la arquitectura bioclimática también tiene mucho que aportar a la HaB. Ésta se caracteriza por tener en cuenta el clima y las condiciones del entorno para conseguir un confort térmico interior a través de su aprovechamiento, mediante sistemas pasivos y del diseño de los elementos arquitectónicos, basados en el recorrido solar, la orientación o la ventilación, tema sobre el que se profundizará en el siguiente epígrafe. Por tanto, a través de la implementación en las viviendas de procesos y técnicas de la arquitectura bioclimática (Tabla 1), pueden obtenerse mejores resultados en el interior, tanto en la reducción del gasto energético para enfriar o calentar un espacio, la calidad del aire (Neila, 2000), o el confort que percibirán los usuarios en vías de desarrollo. Claro está, estas estrategias deberán adaptarse a cada caso concreto.

ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS			
ASPECTOS ENERGÉTICOS		CALIDAD AMBIENTE INTERIOR	CONTAMINACIÓN Y MEDIO AMBIENTE
1. CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA	2.2. Orientación	1. AMBIENTES INTERIORES HIGROTÉRMICAMENTE SANOS Y CONFORTABLES	1. EDIFICIOS NO DAÑINOS PARA EL MEDIO AMBIENTE
1.1. Aislamiento térmico en cerramientos	Huecos acristalados al sur	1.1. Empleo de materiales de acabado sanos	1.1. Gases
1.2. Eliminación de puentes térmicos	Fachadas largas del edificio al sur	1.2. Temperatura, movimiento del aire y humedad interior adecuados.	Sistemas pasivos de acondicionamiento
1.3. Eliminación del riesgo de condensaciones intersticiales	2.3. Cubiertas	1.3. Sistema de distribución de energía adecuado.	1.2. Líquidos
Aislamientos por el exterior	Ventiladas	2. AMBIENTES INTERIORES SALUDABLES EN TÉRMINOS DE RADIACIONES ELÉCTRICAS, ELECTROMAGNÉTICAS Y DE SUSTANCIAS EXTRAÑAS	Aguas de lluvia
Aislantes térmicos con barrera de vapor	Ecológicas	2.1. Campos eléctricos	Aguas sucias depuradas
Aislantes térmicos equilibrados higrótermicamente	2.4. Ventilación natural	2.2. Campos electromagnéticos.	1.3. Sólidos
1.4. Ventilación higiénica controlada permanente	Estructura interior que facilite la ventilación cruzada	Fuentes internas	Uso de materiales reciclados
Sistemas de ventilación natural controlada a través del tiro natural en los cuartos húmedos	Locales grandes en esquina	Fuentes externas	Uso de materiales reciclables
Sistemas de ventilación regulables	Chimeneas solares de ventilación	2.3. Gases radiactivos naturales	Uso de materiales con ciclos de vida adecuados
Vidrios y carpinterías	Dispositivos de recalentamiento	3. ILUMINACIÓN NATURAL	Cubos de basura multiusos
2. CAPTACIÓN, ACUMULACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS NATURALES	2.5. Dispositivos pasivos específicos de captación solar	3.1. Orientación de huecos	Redes interiores de recogida separativa
2.1. Acumulación de la energía	Galerías con lazo convectivo	3.2. Dispositivos de transformación de la radiación directa en difusa	2. EDIFICIOS SOSTENIBLES EN TÉRMINOS DE AGUA
Aislamiento térmico por el exterior	Falsos invernaderos con lazo convectivo	Bandejas reflectoras	2.1. Empleo de sanitarios más eficaces
Uso de materiales con difusividades térmicas altas (alta velocidad de calentamiento): ej. Piedra, metales, cerámica.		3.3. Dispositivos de distribución uniforme de la luz por la habitación	
Uso de materiales con efusividades altas (alta capacidad de acumulación): ej. Piedra, metales, cerámica.		Parteluces horizontales	
Uso de agua como acumulador del calor.		3.4. Dispositivos de penetración de la luz en locales profundos y alejados de los cerramientos	
		Conductos de luz	

Tabla 1. Estrategias bioclimáticas (Elaboración propia con la información adaptada de Neila, 2000)

<sup>5</sup> Para ello sería necesario un análisis profundo de los condicionantes previos que permita que la elección de los materiales, su obtención y

uso se lleven a cabo de una manera eficiente y sostenible (Olaya y Parma, 2016).

Otra forma de mejorar las viviendas es a través de las ecotecnias. Estas, se definen por Ortiz et al (2014) como:

*“dispositivos, métodos y procesos que propician una relación armónica con el ambiente y buscan brindar beneficios sociales y económicos tangibles a sus usuarios, con referencia a un contexto socio ecológico específico. [...] Y las ecotecnias se definen como las aplicaciones prácticas de la ecotecnología, es decir, los artefactos, dispositivos y en general los productos ecotecnológicos tangibles.”*

Se pueden encontrar distintos tipos de ecotecnias. Una clasificación realizada por Ortiz et al (2014) las divide en energía, agua, manejo de residuos, alimentación y vivienda (Tabla 2), y podemos encontrar como ejemplo principal de ecotecnia en el presente trabajo, dentro del ámbito de la energía y la cocción de alimentos, y de las estufas mejoradas de leña, la estufa Patsari.

En la zona de estudio, la estufa Patsari fue desarrollada, como indican Masera et al (2007), para satisfacer las necesidades de cocinar, reducir el consumo de leña, expulsar el humo del interior de la cocina al exterior, ser aceptada y asequible para las comunidades locales. Derivada de la estufa Lorena (lodo y arena), está diseñada con una serie de mejoras: 1) cámaras de combustión y túneles optimizados; 2) piezas personalizadas para una mayor durabilidad, como la chimenea metálica; 3) reducción en el tiempo de

construcción y dimensiones estandarizadas. Existen varios modelos de estufas Patsari, el más común es el de tres comales<sup>6</sup>: uno de mayores dimensiones encima de la cámara de combustión principal y otros dos más pequeños encima de las cámaras secundarias, hacia donde son conducidos los gases para poder realizar tareas de cocción de baja potencia. También existe otro modelo especialmente diseñado para las señoras que se dedican a hacer y vender tortillas, con un solo comal de dimensiones mayores. Todos los modelos se construyen con materiales locales (arena, tierra y cemento) y las piezas se fabrican en pequeñas industrias de la zona.

La Patsari ha supuesto una reducción drástica tanto para PM2.5 como para monóxido de carbono (CO) dentro de las cocinas (Masera et al 2007), lo que conlleva una menor exposición a la contaminación y repercutirá en una mejora en la salud; y una reducción de uso de combustible en alrededor del 50% (GIRA, 2004), y, por tanto, una reducción en el gasto de compra o de tiempo de recolección de la leña.

En este punto es importante resaltar la importancia de conocer la situación específica para trabajar sobre la percepción de los beneficios por los miembros de la familia. Por ejemplo, en el caso específico de la zona, son los hombres los encargados en salir a recoger la leña (Masera et al, 2007), y por tanto, el beneficio de la reducción del tiempo empleado en recoger el combustible, recaería directamente en ellos. Esto podría suponer que los

ECOTECNIAS				
ENERGÍA		AGUA	MANEJO DE RESIDUOS	ALIMENTACIÓN
COCCIÓN DE ALIMENTOS	ILUMINACIÓN	ABASTECIMIENTO Y PURIFICACIÓN DE AGUA	SANEAMIENTO CON ARRASTRE HIDRÁULICO	PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS A PEQUEÑA ESCALA
Estufas mejoradas de leña	Lámparas eficientes	Sistemas de captación y aprovechamiento de agua de lluvia	Biofiltros	Huertos familiares
Cocinas solares	CALENTAMIENTO	Purificación de agua	Humedales artificiales	CONTROL DE PLAGAS
CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS	Calentadores solares de agua	VIVIENDA	Sistemas sépticos	Control biológico
Deshidratadores solares	Suelo radiante	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA	SANEAMIENTO SECO	FERTILIZACIÓN
GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD	Estufas de calefacción, mejoradas, de leña	Principios de diseño (Arquitectura bioclimática)	Sanitarios ecológicos secos	Biofertilizantes
Aerogeneradores		Materiales de construcción (Bioconstrucción)	Mingitorios secos	ALTERNATIVAS, REDES Y VÍAS DE COMERCIALIZACIÓN
Paneles fotovoltaicos		IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN LA VIVIENDA	MANEJO DE RESIDUOS PECUARIOS	
Plantas hidroeléctricas a pequeña escala			Biodigestores	

Tabla 2. Clasificación de ecotecnias (Ortiz et al, 2014 ampliado por la autora)

<sup>6</sup> Pieza metálica o de cerámica donde se colocan las ollas o se hacen directamente las tortillas sobre ella.

esposos, quienes pueden presentar el papel de tomadores de decisiones dentro de la familia, percibieran el beneficio y fomentaran el uso de la estufa, aunque en este caso las usuarias no lo notasen de forma tan evidente.

Como concluyeron Bose et al (1991) sobre la introducción de las tecnologías en el hogar, éstas reducen el esfuerzo físico realizado en los hogares, pero no el tiempo total de trabajo, el alivio de las cargas psíquicas o la alteración de la asignación del trabajo de la mujer. Este aspecto, aunado a lo explicado anteriormente en relación al tiempo invertido por las mujeres en el hogar, aumenta la importancia de considerar la perspectiva de género en la temática.

Ya se ha mostrado la importancia de la autoconstrucción en la zona. Como en muchos otros lugares, es la base del sector informal, y tanto la construcción de nuevas viviendas como las mejoras en las mismas se realizan a través de ella. En este aspecto, muchas veces la autoconstrucción se lleva a cabo con materiales y técnicas inadecuadas, poniendo en riesgo la integridad de los ocupantes de las viviendas, por lo que es necesario hacer llegar a los posibles ejecutores información para que esto se haga de la mejor forma posible.

En el sector de la autoconstrucción, el cemento es uno de los materiales más usados. En 2007, CEMEX anunció que: “[...] la empresa ratifica su compromiso con la autoconstrucción lanzando al mercado su nuevo producto ‘cemento tolteca’ en bolsas de 25 kilogramos. Ello hay que enmarcarlo en el reconocimiento del crecimiento del consumo informal de cemento que actualmente supera el 55% del mercado cementero del país” (Citado en Salas y Gesto, 2011). En 2015, el 63% de las viviendas construidas en México eran a través de la autoconstrucción (González, 2015). En el 2016, CEMEX publicó un manual de autoconstrucción para apoyar los procesos que se llevan a cabo desde el sector informal (Imagen 11), una gran iniciativa para que las obras se desarrollen con unos niveles mínimos de ejecución.

Asimismo, la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) (Imagen 12) está impulsando la autoconstrucción, dando subsidios en la modalidad “Autoproducción de vivienda asistida”, que también puede desarrollarse mediante la contratación de terceros, y para los que se proporciona la asesoría necesaria. En específico, se puede obtener un subsidio de hasta 66.500 pesos mexicanos (3.258€) para un proyecto de coste máximo 321.285 pesos mexicanos (15.728,67€) siempre que no se haya obtenido otro subsidio federal para mejora de vivienda, se cuente con un 5% del total del valor de la obra, se contrate un crédito con las entidades ejecutoras, la persona que lo solicita sea mayor de 18 años y cuente

con un ingreso mensual menor a 11.474 pesos mexicanos (563,78€) (CONAVI, 2016).

El gobierno mexicano, cuenta asimismo con otra serie de programas de mejora de la vivienda, como el Programa de Vivienda Sustentable – ECO CASA, desarrollado por la Sociedad Hipotecaria Federal para combatir el cambio climático (SHF, 2017).

Este programa, además de apoyar la obtención de distintas ecotecnias, también aporta una serie de recomendaciones para los usuarios. En el caso de clima templado, las indicaciones son: usar W.C. ahorrador de doble descarga, lámparas LED, calentador de gas eficiente, ventanas de doble vidrio bajo emisivo, cambiar el refrigerador por uno nuevo más eficiente y la ducha por una ahorradora. Estos cambios, no son viables en muchas de las viviendas de la zona, que ni siquiera cuentan con agua o saneamiento entubado o refrigerador, por tanto, las estrategias de mejora deben adaptarse al caso concreto de la zona.



Imagen 11. Manual de autoconstrucción publicado por CEMEX (2016)



Imagen 12. Ventajas de autoconstruir una vivienda (CONAVI, 2017)

## 2.3. CONTAMINACIÓN INTRADOMICILIARIA Y VENTILACIÓN

La contaminación intradomiciliaria, IAP por sus siglas en inglés (Indoor Air Pollution) o la contaminación del aire de los hogares, HAP (Household Air Pollution) es un grave problema que afecta a más de la mitad de la población mundial. La combustión de biomasa en fogones abiertos se da de manera incompleta e incontrolada y genera una gran cantidad de partículas y gases contaminantes (GIRA, 2004). Es responsable del 4% de muertes a nivel mundial; aumenta el riesgo de padecer enfermedades pulmonares obstructivas crónicas y de infecciones respiratorias agudas en la infancia, siendo la causa de muerte más importante en niños menores de cinco años en países en desarrollo; se asocia con bajo peso al nacer, aumento de la mortalidad infantil y perinatal, tuberculosis pulmonar, o distintos tipos de cáncer como el nasofaríngeo y laríngeo, entre otros problemas de salud (Bruce et al, 2000).

Con la introducción y uso de estufas mejoradas en las cocinas se puede reducir la contaminación del aire en interiores así como la exposición de las personas a ella, pero, la contaminación intradomiciliaria, dependerá asimismo de otros factores, como el tipo y calidad del combustible, las características de las viviendas, los distintos métodos de cocción y calefacción usados, los patrones de tiempo y de actividad y la estación (Zuk et al, 2007).

Se han realizado programas de estufas mejoradas en todo el mundo, se han llevado a cabo investigaciones y diseñado tecnologías limpias de cocinado. Pero, aunque las estufas suponen una mejora directa en la contaminación intradomiciliaria, hay que tener en cuenta el uso de varias tecnologías y/o combustibles (o apilamiento) en un mismo hogar, debido a la disponibilidad de combustible, al contexto cultural o a las preferencias de los hogares (Maser et al, 2000). Esto es una práctica que ocurre en la mayoría de hogares: a la par que se usa la estufa mejorada para hacer comida y tortillas, se siguen utilizando las otras tecnologías para acciones puntuales, como hacer el nixtamal<sup>7</sup>, en el fogón tradicional, hacer café en la estufa de gas LP, o calentar comida en el microondas, recibiendo las ventajas de cada tecnología.

Por eso, aunque se reduzca por un lado las emisiones al usar la estufa mejorada, por otro se sigue usando el fogón, por lo que es necesario adoptar otras medidas complementarias a la estufa que sigan reduciendo la contaminación del interior de las viviendas.

Para lograrlo, la ventilación supone un elemento indispensable dentro de las cocinas, que puede aparecer

mediante ventilación natural, a través de aberturas, por diferencia de temperaturas o por presiones de viento, o infiltraciones, a través de fisuras en la envolvente, como se mostró anteriormente que sucedía en las cocinas tradicionales de la zona.

Aunque no sea la estrategia definitiva para reducir las exposiciones a las emisiones, la ventilación es una técnica adicional para mejorar los beneficios en la salud (Ruth et al, 2013). Sin embargo, es algo a lo que los habitantes de zonas rurales no le dedican atención al no ser conscientes de los efectos negativos de los espacios mal diseñados (Debnath et al, 2016b), y como indicó uno de los instaladores de GIRA A.C., no se tiene una estrategia para ubicar la estufa dentro de la cocina, sino que ésta se coloca en base a opinión de la usuaria.

Para el presente estudio, se entiende que la arquitectura bioclimática tiene la capacidad de enfocar la ventilación como un apoyo fundamental para la reducción de la contaminación intradomiciliaria, por lo que se exponen a continuación distintos aspectos respecto a ella.

Cuando el aire contaminado tarda mucho en ser eliminado de la zona de cocción (proceso relacionado con la tasa de ventilación) se agravan los efectos sobre la salud provocados por la contaminación intradomiciliaria (Debnath et al, 2016a). El caudal volumétrico del aire exterior que se introduce en el edificio –o tasa de ventilación- se relaciona con el control de temperatura y humedad interior y con la eliminación de olores desagradables, polvo, bacterias en el aire y los contaminantes emitidos durante la quema de biomasa y depende de los tamaños de entrada y salida de aire (Shen et al, 2016). Algunos estudios han observado que la ventilación puede reducir el monóxido de carbono y las partículas finas hasta en un 50%, aumentando significativamente la calidad del aire interior del ambiente de cocción (Ruth et al, 2013).

El flujo que se produce en una ventana es una situación bastante compleja, ya que el aire que pasa por la abertura dependerá de factores como la velocidad del viento cerca del edificio, la dirección respecto a la fachada, las temperaturas interior y exterior, del tamaño, tipo y ubicación de los huecos, entre otros, y varios de estos parámetros son inestables, por lo que hacen que calcular las tasas de cambio de aire sea aún más complicado (Lars y Heiselberg, 2006; Debnath et al, 2016b).

Se sabe que la ventilación cruzada –a través de huecos no simétricos- puede mejorar las condiciones interiores, reduciendo la temperatura en la zona ocupada (Stavrakakis et al, 2008), eliminando el humo más rápido y posicionándola como uno de los parámetros clave para el

<sup>7</sup> Proceso mediante el que se realiza la cocción del maíz y da lugar a la masa para elaborar las tortillas.

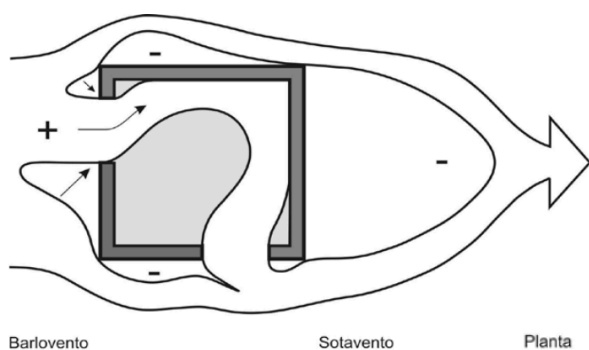


Imagen 13. Resultado de presiones y comportamiento del viento dentro del recinto (Fuentes, s.f.)

desarrollo del diseño sostenible de las cocinas en zonas rurales (Debnath et al, 2016a). Se obtiene un mejor patrón de distribución interior cuando las aberturas están situadas en paredes adyacentes situadas en su máxima distancia diagonal (Fuentes, s.f.) (Imagen 13).

Parámetros de construcción como la relación de aspecto en planta, el tamaño de los huecos y la existencia de una segunda ventana tienen el potencial de reducir significativamente el tiempo de residencia del aire en una cocina con ventilación natural (Debnath et al, 2016a; 206b), lo que significa que el aire será renovado de forma periódica y la calidad del interior aumentará, siendo mejor en este sentido las cocinas con mayores aberturas y volúmenes y una configuración en planta más homogénea.

Aunque cualquier tipo de ventilación puede mejorar la calidad del aire, en algunos casos, tener demasiadas aberturas puede causar turbulencia excesiva, provocando que la contaminación intradomiciliaria sea atrapada dentro de la estructura (Ruth et al, 2013). Igualmente, se debe ser cuidadoso con la ventilación para que ésta sea adecuada en la climatización de los espacios de las zonas templadas, permitiendo que los refresque en épocas de calor y evitando que los enfríe en épocas de frío.

El factor de resistencia –relacionado con el bloqueo interno y la ubicación de la partición– es independiente de la velocidad del viento externo, del tamaño del edificio o la configuración de la abertura, y depende de la orientación respecto al viento y de la porosidad de la pared: cuando el coeficiente de porosidad es menor al 3%, las aberturas externas dominan el proceso de ventilación y se puede despreciar la influencia de los obstáculos internos. Cuando son mayores las resistencias internas que las externas, hay que tener en cuenta el efecto decreciente de los obstáculos sobre la velocidad de ventilación (Chu y Chiang, 2013), por lo que se debería evitar entonces paredes o muebles dentro del espacio para no detener una corriente de baja velocidad o disponerlos en el sentido del viento (Fuentes, s.f.). Para el suelo, no hay diferencias significativas entre la rugosidad o porosidad del mismo y la velocidad del viento (Stavarakakis et al, 2008).

Se ha observado que la velocidad de ventilación se podría regular controlando las áreas de aberturas, tanto a barlovento (entrada), sotavento (salida) e internas (Chu et al, 2015), influyendo en la velocidad de salida el tamaño de entrada, y no al revés (Shen et al, 2016), por lo que, como indica Fuentes (s.f.), cuando una abertura de entrada es más pequeña que la de salida se incrementa la velocidad del flujo interno. El mismo autor indica que esto también sucede mediante los dispositivos de las ventanas, ya que una tela de mosquitero reduce la velocidad del viento hasta en un 30%.

Sobre la ventilación de un solo lado, cuando existen dos aberturas en la misma pared, el intercambio de aire es mayor que cuando hay solo una y menor cuando hay una partición en el interior del espacio (Chu et al, 2015). Si las dos aberturas se encuentran situadas de forma vertical, o hay una pero ésta es lo suficientemente grande, el aire caliente tiende a subir al ser menos denso y la diferencia de presiones lo impulsarán hacia fuera, y al ser mayor la distancia entre las aberturas, mayor será el flujo de aire interior (Allocca et al, 2003).

En estudios específicos que relacionan la ventilación y la contaminación con el uso de las cocinas, se encuentra que la ubicación de la chimenea es un factor importante, ya que la colocación de la misma a una altura vertical de 1.2 metros adyacente a la ventana trasera es la principal causa de reflujo, por lo que para evitar estos problemas es vital analizar la mejor ubicación y orientación

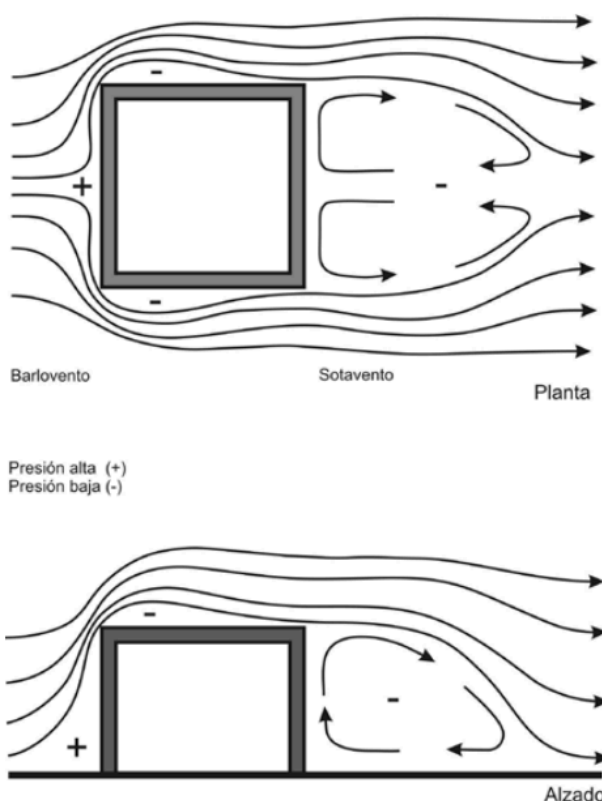


Imagen 14. Comportamiento del viento alrededor de una construcción (Fuentes, s.f.)



de la misma (Parajuli et al, 2016) teniendo en cuenta que la ventilación en el exterior de la cocina se comportará de forma específica en las zonas de baja presión (Debnath et al, 2016b) (Imagen 14).

Debnath et al (2016b), evaluaron un diseño de cocina que permitiera mitigar la contaminación del aire intradomiciliaria sin introducir chimeneas, cocinas mejoradas o cambiar de combustible, en base a factores como el área de los huecos, área en planta, tasas de intercambio de aire, altura y volumen de la cocina, hallando que durante las horas de cocción se redujo un 60% la concentración máxima de PM2.5. Mak y Yik (2002), encontraron que el área mínima de los huecos debe ser del 23.33% de la superficie de la cocina para lograr un enfriamiento razonable y un confort térmico en las cocinas.

*"Kitchen 2.0: Guía de diseño para ambientes de cocción más saludables"* (Ruth et al, 2013), es un estudio enfocado en la ventilación y su relación con la calidad del aire intradomiciliario. En él, mediante una comprensión de las prácticas de cocinado, los entornos de las personas y la realización de pruebas físicas y modelos computacionales para simular las condiciones de las cocinas, se valoraban distintos aspectos, realizando un seguimiento de las partículas PM2.5 y CO, cambiando el tipo de estufa usada (fogón tradicional o dos tipos de cocinas mejoradas) y cambiando la disposición de huecos.

Con Kitchen 2.0, se presentaron algunos resultados relevantes: i) los techos de paja mejoran la ventilación y disminuyen aún más los contaminantes en comparación con los techos metálicos (aunque no se recomienda esta solución debido a los problemas de salud y socioeconómicos asociados con dichas cubiertas, como insectos, animales o mal estado); ii) la ventilación cruzada en un ambiente con fogón tradicional supera ampliamente al beneficio ocasionado por las estufas mejoradas si se mantiene un ambiente de cocción cerrado; y iii) tiene serias implicaciones cuando se mejoran las cocinas y se pasan a materiales que hermetizan como el hormigón o concreto o cubiertas metálicas, pero se continúa cocinando sin ventilación, ya que se impide la expulsión del humo, y por tanto, se empeora la concentración de la contaminación intradomiciliaria.

Según sus conclusiones, en otros estudios relacionados se utilizan campanas de extracción para las mediciones del trabajo de campo. Estas arrastran las emisiones continuamente y las muestrean en el respiradero de las mismas, por lo que de esta forma, los resultados obtenidos serán distintos que cuando los contaminantes solo se eliminan a través de la ventilación natural.

Sus recomendaciones son situar la estufa, bien afuera de la cocina, bien cerca de una puerta, si la estufa

no puede ser movida al exterior en el momento de encendido y extinción del fuego (cuando se producen la mayoría de emisiones); crear aberturas altas donde la privacidad es un problema; y que los niños no se encuentren en la cocina en la fase de encendido y extinción del fuego. Roth (2015), participante del proyecto, añade la necesidad de abrir huecos en la parte superior de las paredes adyacentes a las estufas para una correcta evacuación del humo, y la importancia de que ésta se haga por la parte alta de las cubiertas.

Para reducir la contaminación intradomiciliaria, también se deberían tener en cuenta los productos contaminantes con los que están hechos los materiales (Spengler y Chen, 2000). Por lo tanto, como se mostró con el concepto de bioconstrucción, los materiales naturales se presentan como un elemento con potencial de mejora.

De igual forma, en una revisión más exhaustiva de la contaminación, también se debería tener en cuenta la provocada por otros factores, como la presencia de materiales tóxicos en la decoración de las viviendas (Guang y Gong, 2010) o el uso de productos de limpieza menos peligrosos (Conant y Fadem, 2011).

## 2.4. ADOPCIÓN Y USO SOSTENIDO DE LAS ESTUFAS

Como los beneficios de las Patsari son proporcionales al uso de las mismas (Masera et al, 2007), es importante la adopción y uso sostenido de las estufas para que los primeros sean mayores.

La adopción de una nueva tecnología es un proceso complejo que dependerá de variados factores, pudiendo ir desde las costumbres locales, a la existencia de adultos mayores influyentes en la toma de decisiones de los hogares, si la mujer trabaja fuera de casa o si no existen otras tecnologías y combustibles de alta calidad en los hogares (Pine et al, 2011), siendo estas últimas negativas para darse la adopción. Por esto, es importante el monitoreo de la adopción como una fuente de información fiable que permite conocer los patrones de uso de la estufas y para asegurar la sostenibilidad de sus beneficios (Ruiz-Mercado et al, 2011).

Respecto a ello, el proyecto de EnDev (2014): *Ambientes y cocinas saludables*, buscó la relación entre las distintas prácticas llevadas a cabo en el ambiente de la cocina, como la mejora del mismo, y de comportamientos saludables, con la adopción o no de las estufas mejoradas, basados en el enfoque de vivienda saludable.

COMPONENTES QUE IMPLICAN LA ADOPCIÓN DE LAS ESTUFAS MEJORADAS DE LEÑA		
COCINA MEJORADA	MEJORA DEL AMBIENTE DE COCINA	COMPORTAMIENTOS SALUDABLES
a. Está operativa o en uso	a. Paredes embarradas y pintadas, eliminación de hollín	a. Alimentos, utensilios y agua en lugares elevados. Manejo adecuado de alimentos
b. Enciende correctamente.	b. Suelo nivelado, limpieza	b. Agua limpia conservada en depósitos colocados en altura y protegidos
c. La rejilla no tiene ceniza u hollín	c. Ambiente iluminado	c. Ambiente de cocina limpio y ordenado, manejo de residuos sólidos y de animales, embellecimiento del ambiente (manualidades y material reciclado)
d. La losa de la estufa está limpia	d. Zanjas de drenaje alrededor de las cocinas	d. Disposición de agua hervida para consumo
e. Existencia de un espacio para almacenar la leña cortada en rajas	e. Presencia de andamios, repisas o estantes	e. Existencia de rincón de aseo para desarrollar hábitos higiénicos personales y para la preparación de alimentos
f. Existencia de un rincón para útiles de limpieza y mantenimiento de la estufa		

Tabla 3. Componentes que implican una adopción de las estufas. Proyecto Ambientes y cocinas saludables Endev (Elaboración propia con datos de Endev, 2014)

Aplicando una regresión logística, se identificaron los factores que intervienen para que la familia decida o no adoptar la estufa divididos en tres grupos (Tabla 3), que sientan las bases para el presente trabajo: 1) Cocina mejorada; 2) Mejora del ambiente de la cocina; 3) Comportamientos saludables.

Aunados a éstos, también consideran importantes el gasto para mejorar la vivienda, la capacitación en el uso y mantenimiento de la estufa y la difusión de mensajes educativos a través de las radios comunitarias que brinden contenidos relacionados con dicha clasificación.

### 3. OBJETIVOS

El objetivo general del presente estudio se basa en profundizar sobre cómo la arquitectura puede fomentar e influir en:

- la reducción de la contaminación intradomiciliaria y la mejora de la salud y de la calidad de vida de la población;
- la mejora de la habitabilidad básica del medio rural; y
- el aumento de la adopción y el uso de las estufas mejoradas de leña.

Y para ello, como objetivos específicos, se pretende:

- caracterizar la situación general en el ámbito de estudio;
- analizar la relación existente entre: (1) el uso de las estufas Patsari y (2) las condiciones de la estufa, la mejora del ambiente de la cocina y los comportamientos saludables de las usuarias;

- caracterizar el estado habitacional de las cocinas respecto a (1) las tecnologías de cocinado, (2) la ventilación y (3) los materiales;
- responder preguntas específicas sobre la temática: (1) ¿Cuál es el nivel de uso y adopción de las estufas?; (2) ¿Qué ha cambiado en las cocinas y qué influencia ha tenido al estufa en esto?; (3) ¿Cuál es la percepción y las opiniones de las usuarias respecto al espacio de la cocina y cuáles sus aspiraciones habitacionales?; (4) ¿Qué papel puede jugar el asesoramiento técnico, la ecotecnología y la autoconstrucción en estos procesos de cambio?; y (5) ¿Cuáles son las mejores estrategias a implementar en las viviendas para apoyar el uso y adopción de las estufas Patsari y reducir la contaminación intradomiciliaria?;
- aportar recomendaciones de soluciones de mejora y conocimientos enfocados a la temática;
- definir posibles líneas de investigación futura respecto al campo de estudio.

### 4. ÁREA DE ESTUDIO

Comunidad	Municipio	Msnm	Grado de marginación	Población	Dedicación principal
Napizaro	Erongaricuaro	2060	ALTO	520	Agricultura
Tzurumútar	Pátzcuaro	2060	ALTO	2443	Albañilería y venta de tortillas
La Mojonera	Nahuatzen	2600	ALTO	1403	Aserraderos
La Yerbabuena	Morelia	2140	ALTO	231	Agricultura y ganadería
Chihuerio	Morelia	2380	ALTO	579	Agricultura
Turiran	Salvador Escalante	2440	ALTO	910	Agricultura
San Antonio	Los Reyes	2560	MUY ALTO	821	Agricultura

Tabla 4. Comunidades de estudio de la zona purépecha (Elaboración propia con datos de SEDESOL, 2013)



## Michoacán de Ocampo

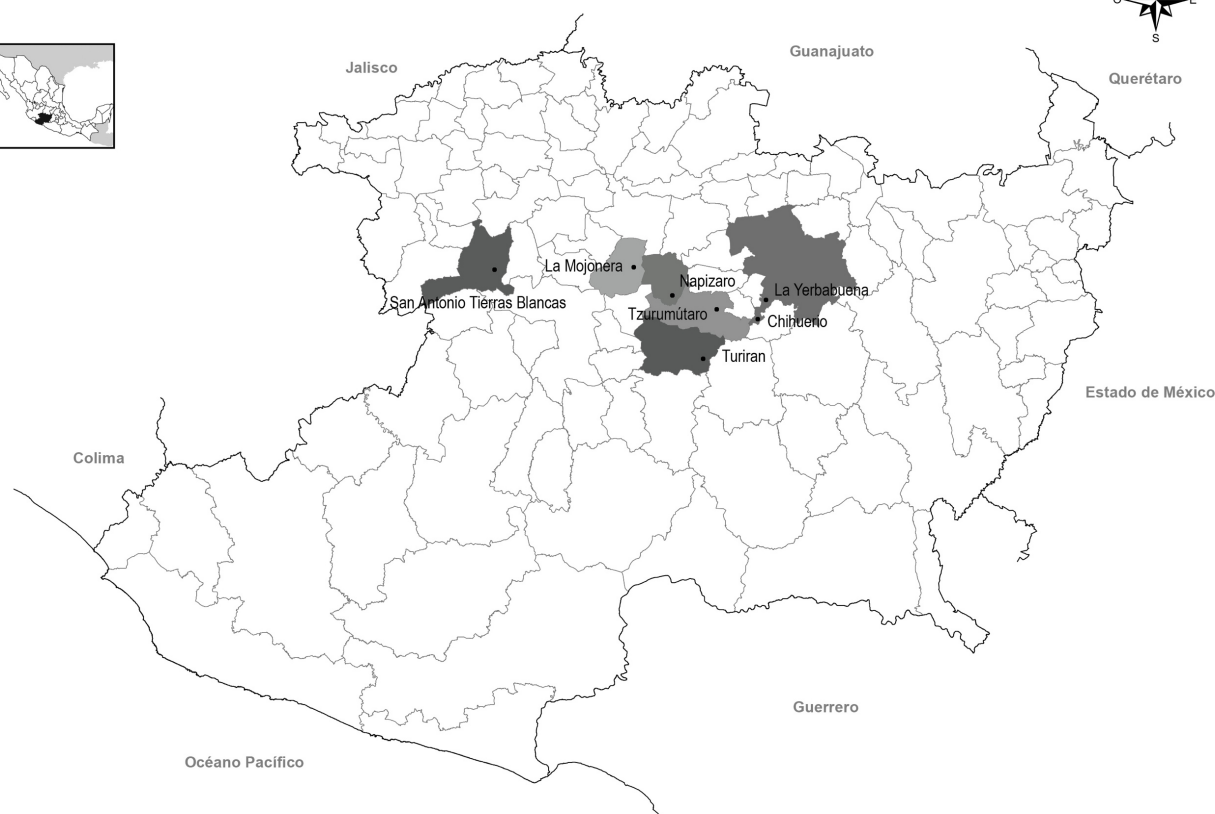


Imagen 15. Comunidades dentro del estado de Michoacán (Elaboración propia con base de INEGI, 2017)

Se ha realizado el trabajo de campo en 35 viviendas de siete comunidades rurales de la región Purépecha, ubicada en el centro-norte del estado de Michoacán (Imagen 15), al pie del Eje Volcánico y que comprende la zona del lago de Pátzcuaro, la Meseta, la Cañada y la ciénaga de Zacapu. En específico, las 35 viviendas se



Imagen 16. Panorámica de la región purépecha donde se observan monocultivos de aguacate y zonas ocupadas por otros cultivos y su impacto (Greenpeace, 2016)

sitúan en la ribera del lago de Pátzcuaro y la Meseta Purépecha, donde el IIES y GIRA A.C. han implementado estufas mejoradas de leña tipo Patsari.

Estas comunidades son: Napizaro, Tzurumútaró, La Mojonera, La Yerbabuena, Chihuerio, Turirán y San Antonio Piedras Blancas, ubicadas entre los 2060 y 2600 metros de altitud sobre el nivel del mar. Todas tienen un grado de marginación<sup>8</sup> alto, a excepción de San Antonio que es muy alto (CONAPO, 2012). La población de estas comunidades oscila entre los 231 habitantes, en la Yerbabuena y los 2443 en Tzurumútaró (Tabla 4).

Como se ha mencionado, estas comunidades comprenden parte de la zona indígena purépecha, también conocida como tarascos, cuya civilización llegó a tener un imperio en el siglo XVI y su población se vio reducida con la llegada de los españoles, congregados en pueblos y comunidades (Ávila, 2008). Los purépechas, aunque se ubican mayoritariamente en el estado de Michoacán, también tienen presencia en otros estados de la República, Estados Unidos o Canadá.

<sup>8</sup> La CONAPO (2012) tiene en cuenta las siguientes dimensiones socioeconómicas para definir el índice de marginación: educación (analfabetismo y población sin primaria completa); vivienda (viviendas

sin excusado, sin energía eléctrica, sin agua entubada, con suelo de tierra, promedio de habitantes por cuarto); y disponibilidad de bienes (viviendas que no disponen de refrigerador).

DATOS CLIMÁTICOS DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS PRÓXIMAS A LA ZONA					
	Tª MAX. MEDIA	Tª MEDIA	Tª MÍNIMA MEDIA	PRECIPITACIÓN	DÍAS CON LLUVIA
PERIBAN	27,8	19,7	11,6	1456,2	107,5
TANGANCÍCUARO	26,9	17,6	8,4	830,8	100,4
MEDIA MESETA	27,35°C	18,65 °C	10 °C	1143,5mm	103,95 días
ZACAPU	24,2	16,3	8,4	887,7	169,8
TIRINDARO	24,4	15,8	7,3	810,3	161,9
SANTA FE	25,3	16,5	7,8	827	102,1
PÁTZCUARO	24,9	16,3	7,7	818,8	88,8
ZIRAHUÉN	22,8	16,1	7,1	1161,3	146,6
LA SANDIA	23,2	15,9	8,6	1034,6	175
TACÁMBARO	27,2	18,1	9	1143,5	84,6
VILLA MADERO	24	15,8	7,6	1200,3	104,3
SANTIAGO	24,8	16,2	7,7	823,9	108,1
UNDAMEO	23,3	14,7	6,1	9,2	4,5
COINTIZIO	23,3	14,7	6,1	9,2	4,5
MEDIA LAGO	24,41°C	16,17 °C	7,73 °C	871,66mm	114,57 días

Tabla 5. Datos climáticos obtenidos de las estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio (Elaboración propia con datos de Contreras et al. 2006)

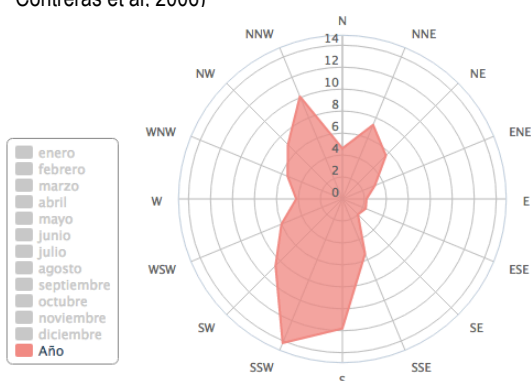


Gráfico 1. Distribución anual de la dirección del viento en Morelia (Windfinder, 2017)

Resulta sumamente complicado hacer un análisis de la economía local, debido los ingresos irregulares, pudiendo afirmarse que para la mayoría de los pobladores no hay crecimiento económico, siendo su economía de subsistencia y enfocada al sector primario (Prieto, 2006). En las comunidades visitadas, en específico, la población suele dedicarse, dentro del sector primario: a la agricultura (jornaleros) y la ganadería; del sector secundario: a la albañilería y al trabajo en aserraderos; y del terciario: a la venta de tortillas (las usuarias de las Patsari).

Cabe puntualizar que en la zona existe un serio problema de deforestación (Imagen 16) debido principalmente al crecimiento de la superficie dedicada a monocultivos de aguacate y a la urbanización, lo que está impactando en las condiciones ambientales de la zona y en el bienestar de la población (Greenpeace, 2016).

El clima de la zona es templado subhúmedo. Se han obtenido datos climáticos de las estaciones meteorológicas más cercanas a la zona (Contreras et al, 2006), separándolo entre la zona de la Meseta (San Antonio Tierras Blancas) y la del Lago de Pátzcuaro (el resto de comunidades), lo que muestra que la zona de la Meseta se presenta más cálida y lluviosa (Tabla 5).

Se carece de datos específicos respecto a la dirección dominante de los vientos en cada comunidad. Se observa que en Morelia los vientos son procedentes del sur en la mayor parte del año (Gráfico 1), cambiando este en torno a los meses de octubre y noviembre del norte (Fuentes y Viqueira, 2004; Windfinder, 2017). Pero, dada la importancia de conocer la ventilación específica en cada vivienda, este es un dato meramente orientativo, ya que se debería conocer la dirección de los vientos en cada comunidad de forma certera.

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1. ENFOQUE Y MUESTRA

El enfoque principal de la presente investigación es arquitectónico, centrándose en la vivienda y, en específico, en las características y estado de las cocinas.

Al ser un ambiente tan complejo, es necesario tener en cuenta todos los elementos que permitan valorar tanto el continente como el contenido de las cocinas: uso y condiciones de las estufas, mejoras del ambiente, comportamientos saludables que se llevan a cabo en el espacio de la cocina; hábitos, percepciones y aspiraciones habitacionales de las usuarias, etc., por lo que se realizaron análisis cuantitativos y cualitativos para obtener los resultados adecuados.

La muestra fue seleccionada mediante las recomendaciones de la asociación civil Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Adecuada (GIRA A.C.), adecuada a los recursos de tiempo y económicos con los que se contaba para realizar el trabajo de campo. Estas viviendas cuentan con estufas mejoradas de leña tipo Patsari, instaladas por la asociación. Se seleccionaron 5 viviendas de 7 comunidades distintas, 35 viviendas en total, de diferente tipología y materiales de construcción, para ver distintos tipos configuraciones de vivienda y

cocina de las que se pueden encontrar en la zona de estudio.

## 5.2. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas de recolección de la información empleadas fueron:

- entrevistas semiestructuradas a las usuarias para conocer sus percepciones y opiniones de sobre distintas cuestiones de interés para la investigación;
- aplicación de cuestionario en cada vivienda para el registro de datos cuantitativos para caracterizar el estado de las viviendas y de las cocinas (tecnología, la ventilación y los materiales las cocinas);
- fichas de observaciones, fotografías, croquis y medidas de las cocinas.

En el anexo 1 se presentan los modelos de entrevista y cuestionario aplicados en cada vivienda.

## 6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Con los datos del croquis y las mediciones de las cocinas se procedió al levantamiento en 3d en SketchUp Make 2017, para medir volumen y área de la cocina y área de los huecos.

Tras volcar toda la información recopilada en una matriz de resultados se procedió a la organización de los datos, codificación y clasificación de los mismos. Éstos se dividieron en una serie de matrices, clasificando la información en:

- 1) Matriz 0. Caracterización general;

Para el análisis de la relación:

- 2) Matriz 1. Uso de las estufas Patsari;
- 3) Matriz 2.1. Condiciones y mejoras de las estufas Patsari;
- 4) Matriz 2.2. Condiciones y mejoras del ambiente de las cocinas;
- 5) Matriz 2.3. Comportamientos saludables de las usuarias;

Para la caracterización específica:

- 6) Matriz 3. Tecnologías de cocción;
- 7) Matriz 4. Ventilación de las cocinas;
- 8) Matriz 5. Materiales de las cocinas.

### 6.1. VARIABLES

Las variables de las matrices 1, 2.1, 2.2 y 2.3 se clasificaron en estos cuatro conceptos en base al estudio previo de EnDev, 2014. Con el fin de resumir la información contenida en estas matrices, así como de identificar las variables que definen de manera más importante las diferencias entre los entrevistados, se realizaron análisis de ordenación a través del método Análisis de Coordenadas Principales (PCoA, por sus siglas en inglés). Los métodos de ordenación permiten representar conjuntos de datos multivariados en un número reducido de variables sintéticas (llamadas Componentes Principales), las cuales son independientes entre sí y están definidas de tal forma que resumen, en orden decreciente de importancia, los principales patrones (estructura) de los datos.

Para facilitar la visualización de los resultados del PCoA, se realizó un análisis de conglomerados (Clúster Analysis en inglés), lo que permitió generar grupos o clústeres (conglomerados) de entrevistados con base en su similitud respecto a las variables contenidas en la matriz. Este análisis se realizó usando el método Average o de Agrupación Aglomerativa por Promedio (Average Agglomerative Clustering). Los conglomerados definidos fueron representados como puntos de diferentes colores en los gráficos de ordenación. Tanto la ordenación como el clúster se hicieron con una matriz de distancias de Gower, que permite integrar variables de diferente tipo (categóricas, ordinales y cuantitativas).

Tras la realización de las primeras ordenaciones y clústeres se fueron eliminando variables de las matrices que no aportaban información relevante al concepto principal de cada una, observando las modificaciones que esto ocasionaba, hasta que se obtuvo una ordenación que permitiera interpretar en cada matriz la relación de las variables de una forma clara:

#### • Matriz 1. Uso de las estufas Patsari

La matriz 1, del uso de la estufa Patsari, tenía 16 variables categóricas, 13 de las cuales eran binomiales, 2 discretas y 1 ordinal.

Estas variables se eligieron de todos los datos recopilados, debido a que muestran aspectos directamente relacionados con que se use en mayor o menor medida las Patsaris. Se puede consultar en el anexo 2.1 la codificación de dichas variables, coincidentes en su mayoría con la Matriz 3. Tecnologías de cocinado, por lo que se explicarán en el epígrafe 6.3.1 los resultados de las mismas.

### • Matriz 2.1. Condiciones y mejoras de las estufas Patsari

La matriz 2.1, de las condiciones y mejoras de la Patsari, tenía 10 variables categóricas, todas binomiales, incluyendo en ellas las variables que se entendían relacionadas con un correcto o mejor uso de las estufas. Las variables se pueden consultar en el anexo 2.2.

Como estas variables también están incluidas, en su mayor parte, en la matriz 3. Tecnologías de cocinado, se explicarán en el epígrafe 6.3.1 los resultados relacionados.

### • Matriz 2.2. Condiciones y mejoras del ambiente

La matriz 2.2, relacionada con las condiciones y mejoras del ambiente de la cocina Patsari, tenía 11 variables categóricas, 6 de ellas ordinales, 4 binomiales y 1 discreta, incluyendo en ellas las variables que se entendían enfocadas al estado de la cocina, ventilación, hermeticidad y otros factores relacionados.

Se puede consultar el listado de variables en el anexo 2.3, y se explican algunos de los resultados en las Matrices 4. Ventilación, y 5. Materiales, por lo que se encuentra en los epígrafes 6.3.2 y 6.3.3 dicha información.

### • Matriz 2.3. Comportamientos saludables

La matriz 2.3, relacionada con los comportamientos saludables de las usuarias, tenía 12 variables categóricas, 9 binomiales, 3 ordinales y 1 discreta, incluyendo en ellas las variables que se entendían enfocadas a los comportamientos como el orden, el manejo de alimentos, de utensilios, de residuos, limpieza y colocación de muchos trastes (vasos, platos, ollas...) ordenados en las cocinas.

Las variables elegidas se pueden consultar en el anexo 2.4. Algunos de sus resultados se explican en el epígrafe 6.3.3 de la Matriz 5. Materiales.

## 6.2. ANÁLISIS DE LA RELACIÓN

Con el fin de poner a prueba si el uso de las estufas Patsari, caracterizado a través de la matriz de variables de uso, está asociado o relacionado a las condiciones de la estufa, las condiciones del ambiente de la cocina o a los comportamientos de los entrevistados, se realizaron Análisis de Redundancia Basado en Matrices de Distancia (dbRDA).

Se realizaron análisis independientes para probar el efecto de cada grupo de variables (matrices 2.1, 2.2 y 2.3) sobre el uso (matriz 1).

## 6.3. CARACTERIZACIONES Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Se analizaron los resultados del conteo de las matrices 0, 3, 4 y 5 para conocer el estado general de las viviendas y específicos de las cocinas de la zona respecto a i) tecnología de cocinado, ii) ventilación de la cocina y iii) materiales.

Todos los análisis estadísticos se realizaron empleando el lenguaje R (R Core Team, 2016). Los análisis de ordenación de dbRDA se realizaron empleando los paquetes “ade4” (Dray y Dufour, 2007) y “vegan” (Oksanen et al, 2017).

Finalmente, se analizó cualitativamente distintas variables de las entrevistas identificadas como idóneas para arrojar la información necesaria y responder a las preguntas de investigación presentadas en los objetivos.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1. CARACTERIZACIÓN GENERAL

#### 7.1.1. Familias

Las usuarias de estufas mejoradas de leña tipo Patsari entrevistadas tienen una media de 43 años de edad y viven una media de seis personas en cada hogar. La profesión del sustentador principal de las familias es un 40% enfocada al sector primario (campo, ganadería y pesca) y un 28.6% a profesiones como fontaneros, electricistas, albañiles, carpinteros, entre otros. De forma general es el esposo el sustentador principal, aunque el 22.6% de las entrevistadas (8 señoras) indicaron expresamente que ellas se dedicaban a la venta de tortillas o en sus tiendas, situadas a un lado de las casas, siendo cinco de ellas usuarias de la comunidad de Tzurumútaró (el 100% de las entrevistadas en la comunidad).

En esa comunidad existe una red de tortilleras que se apoyan en el uso de la Patsari para la producción, y, aunque no se conoce expresamente si todas las entrevistadas pertenecen a ella, sí se puede ver un empoderamiento de las mujeres de la comunidad y un desarrollo de actividades lucrativas, independientes al esposo, a través de la tecnología.

Solo tres familias de las entrevistadas (8.6%), mencionaron recibir remesas o ayuda de familiares, lo que indica que, si el resto recibe, para ellos no representa un ingreso principal dentro de su economía, y por tanto, no se puede generalizar que en este caso, como indica Ettinger (2010), las remesas puedan ser un factor de cambio relevante para las viviendas.

### 7.1.2. Estado y características de las viviendas

Las 35 viviendas de la muestra son de una planta, el 65.7% de ellas exentas y el 34.3% adosadas en fachada con otras viviendas, con una fachada principal en altura, pero con una configuración interior del solar en patio.

Hay una media de 2.5 habitaciones en cada una. Según los datos obtenidos, se calculó el índice de hacinamiento de las mismas (relación entre el número de personas y cuartos habitables, siendo el recomendado por Naciones Unidas 2.5 personas por habitación, GEA, 2010), encontrándose en este caso, el 51.4% de las viviendas en situación de hacinamiento.

En un acercamiento inicial al análisis de las viviendas, se definieron tres niveles del estado general de las mismas en bueno, medio y malo, clasificándolas según una percepción global de la autora en las visitas respecto a deterioro, cuidado y aspecto de las mismas (sin incluir cocinas y baños). Un 51.4% se clasificaron como viviendas en buen estado, 37.1% medio y 11.4% mal estado.

Tras esto se continuó profundizando en distintos aspectos, clasificándolos asimismo en tres estados (bueno, medio y malo). Respecto a las cubiertas de las viviendas (sin incluir cocina y baños), un 54.3% estaba en buen estado, un 34.3% en estado medio, presentando deterioros y 11.4% (4 viviendas) en mal estado. La mayoría de las cubiertas son de técnica constructiva mixta (54.3%) en su mayoría combinando losas de concreto (cubiertas planas de hormigón), tejas, asbesto (como comúnmente conocen en la zona a la placa ondulada de fibrocemento) o cartón arenado (en placas onduladas). El 17.1% se compone solo de asbesto y el 17.1% solo de losas.

El cartón arenado, aunque es un material impermeabilizante, se encuentra presente en el 31.4% de las viviendas como material principal de composición de la cubierta, sin contar con aislante térmico o barreras de vapor (para evitar condensaciones). Respecto al fibrocemento, sería necesario analizar si este incluye amianto, como ocurre en muchas ocasiones, material prohibido en más de 50 países declarado cancerígeno por la Organización Mundial de la Salud (2017). Si este fuera el caso, debería ser retirado de las viviendas como medida de prevención para evitar cualquier contacto con el mismo y la inhalación de las fibras, y en ese caso debería ser manipulado por profesionales con equipo de seguridad específico.

Como materiales principales de envolventes verticales o fachadas, se encuentra un 54.3% de técnicas mixtas, compuestas por adobes, bloques, ladrillos y madera, en distintas composiciones. A este dato le sigue un 14.3% de fachadas construidas solo de madera; 11.4% solo de ladrillo; y 11.4% únicamente con bloques de cemento.

Con los datos de las cubiertas y fachadas se puede ver de forma evidente cómo ha ido variando la vivienda vernácula de la zona y ahora se encuentran distintos materiales en las envolventes, con técnicas mixtas donde aparecen tanto los tradicionales (madera, adobe) como los más nuevos (bloques, ladrillos).

Respecto a la configuración de las viviendas: i) un 82.9% de las mismas no tiene sala (o salón); ii) entendiendo la ducha y el inodoro como dos espacios o construcciones independientes una de la otra (en un 68.6% de los casos es así), un 80% de las viviendas tiene la ducha en una configuración exenta a la vivienda y un 91.4% el inodoro igual, dispuestas como construcciones independientes en el terreno; iii) respecto a las cocinas, un 66% de las viviendas tiene las cocinas conformadas por una construcción independiente al resto de la vivienda. El 54.5% de las viviendas tienen dos cocinas diferenciadas; el 40% solo una y hay dos viviendas (5.7%) que cuentan con tres espacios de cocina distintos (Gráfico 2). Normalmente esto se debe a las tecnologías con las que cocinan, encontrando espacios para las estufas de Gas LP diferenciados de las cocinas que usan las Patsari o de las que usan el fogón.

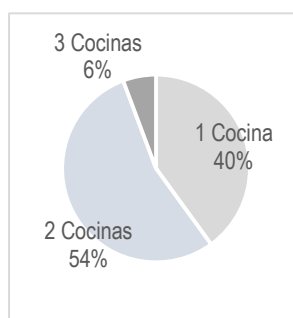


Gráfico 2. Número de cocinas presentes en las viviendas (Elaboración propia)

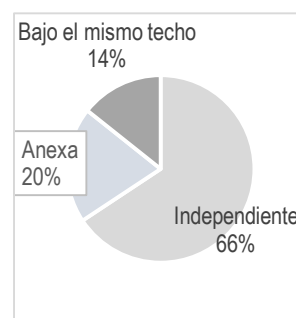


Gráfico 3. Situación de las cocinas respecto al resto de las viviendas (Elaboración propia)

En relación a la situación de las cocinas respecto a la vivienda, en un 66% las cocinas aparecen como construcciones independientes a las primeras; un 20% se encuentra anexa a la vivienda, compartiendo una pared pero con cubiertas independientes; y en un 14% se encuentran situadas dentro de la configuración general de la vivienda, bajo el mismo techo que ésta (Gráfico 3).

Estos datos muestran que en la mayoría de casos, las habitaciones por sí solas configuran el volumen de la vivienda. En general, éstas están en buenas condiciones, encontrándose un 77.1% de los techos de las habitaciones; 77.1% de las paredes y 88.6% de los suelos en buen estado.

De las seis salas o salones que se encontraron en las 35 viviendas, el 100% de ellas tenían paredes y suelos en buen estado y solo una podía considerarse como medio,



	CUBIERTAS	PAREDES	SUELOS	
DUCHAS	37,1	42,9	48,6	BUENO
	28,6	25,7	37,1	MEDIO
	28,6	25,7	8,6	MALO
INODOROS	25,7	31,4	34,3	BUENO
	45,7	25,7	40	MEDIO
	22,6	37,1	20	MALO

Tabla 6. Estado de las duchas e inodoros (en porcentajes)  
(Elaboración propia)



Imagen 27. Distintos tipos de baños (inodoros) clasificados en buen estado, medio y malo (Elaboración propia)

por lo que, aunque no es lo más común encontrar este espacio en las viviendas, cuando existe, está en buen estado.

De los tipos de baños que se encuentran, el más común es el baño seco o letrina donde se usa ceniza o cal como elemento secante (42.9%), seguido de sanitarios con tinacos o tanques de agua elevado (20%) y baños secos o letrinas con serrín como elemento secante (11.4%). Se desconoce el tipo de saneamiento o tratamiento de las aguas de los baños con tinaco. Hay dos viviendas que no tienen baños y usan los de sus familiares de casas cercanas; y tres que tienen calentador solar. Las duchas se encuentran en su mayoría en buen estado, y los inodoros medio-malo (Tabla 6; Imagen 17), encontrándose un 48.6% de los mismos carentes de limpieza, pudiendo

ser un foco de infección y enfermedades para toda la familia. Una campaña de buenas prácticas respecto a la limpieza de los inodoros, aunado a la sustitución de los materiales deteriorados, a las buenas prácticas constructivas y a la mejora del sistema sanitario o de drenaje, podría potenciar de forma considerable la habitabilidad básica de las viviendas.

### 7.1.3. Uso de leña

El 51.4% de las entrevistadas indicó respecto al uso de la leña, que la recolectaban, principalmente en el monte; el 25.7% la compraban y la recolectaban; y el 17.1% solo la compraban. Se encuentran dos casos aislados en los que las familias traen la leña del aserradero donde trabaja el esposo y la obtienen de los árboles que tienen plantados en su propiedad.

Únicamente cinco señoras (14.3%) indicaron expresamente que el esposo y/o hijos se dedicaban a la recogida de la leña, mientras que 11 (31.4%) indicaron que iban en familia a por ella. Estos datos muestran una situación distinta a la indicada por Masera et al (2007), respecto a que son los hombres los encargados de las tareas de recolección. Este caso, conllevaría a que tanto las usuarias, como los hombres, posibles tomadores de decisiones en las familias, se vieran beneficiados al usar menos combustible. Respecto al papel de cada miembro de la familia en la obtención del mismo, sería recomendable profundizar para conocer los patrones exactos de actividades de cada uno y poder concluir los beneficios percibidos por cada uno de ellos.

A las señoras, en específico, se les preguntó por los beneficios que les aportaba la estufa Patsari, obteniendo varias respuestas al respecto. El 40% de las entrevistadas mencionaron que les gustaba dicha tecnología porque ha supuesto una reducción de humo; el 28.6% por suponer un ahorro de leña en el consumo familiar; el 22.6% indicaron su preferencia por funcionar o calentar bien; un 17.1% mencionó gustarle por ser más rápida de encender que el fogón; y un 14.3% porque caben más cosas y puede cocinar más cosas a la vez en la Patsari (debido a los 3 comales). Lo que muestra que la reducción de humo fue el beneficio más percibido por ellas seguido de la reducción del consumo de leña. Como se mencionaba, el primero se verá reflejado directamente en las señoras que pasan la mayor parte del tiempo en la cocina, y el segundo, recaerá en el beneficio de toda la familia.

El 68.6% de las entrevistadas usa la leña tanto en la Patsari como en el fogón, siendo un 25.7% las que la usan en exclusiva en la Patsari y 5.7% (2 usuarias) las que también usan horno de leña. Como se observa, la mayoría de ellas continúa con las prácticas de cocinado en el fogón (68.6%) aunque tengan Patsari.

Cuando se les preguntó por el consumo de leña, dos de ellas dijeron que no sabían cuánta consumían, mientras el resto lo indicó en distintas medidas: brazadas de leña (37.1%); leños (22.6%); carga (8.6%) y otras medidas como kilos, puños, camionadas, palitos y manojitos, por lo que se imposibilitó hacer un estimado uniforme del consumo de leña entre ellas. Esto mismo ocurrió, cuando se les preguntó por el tiempo empleado en la recolección y el dinero invertido en la compra: las unidades de medida variaban considerablemente (horas al día, tardes, veces al año; precio de la carga, de la camionada, de la gasolina; por mes o por vez), por lo que para una mejor comprensión del consumo, se debería realizar una entrevista específica que permitiera un estimado uniforme de tiempo y/o precio.

## 7.2. ANÁLISIS DE REDUNDANCIA BASADO EN MATRICES DE DISTANCIA (dbRDA)

### 7.2.1. Matriz 1: Uso de la Patsari

Al hacer la ordenación con el método Análisis de Coordenadas Principales, los primeros 4 ejes de la ordenación explicaban el 57.6% de la variación en el conjunto de datos. Se seleccionaron los dos primeros para graficarlos por ser los que más porcentaje explican: PC1=22.6% y PC2=15.6% (Gráfico 4). Se observa cómo dentro de esta ordenación aparecen las variables que tienen más peso dentro de ella, definiendo dos ejes: por un lado las usuarias que no tienen gas y hacia el lado contrario las que usan un mayor número de tecnologías de cocinado; y de forma perpendicular, las que no prefieren la estufa Patsari y no la usan ni para hacer nixtamal ni para calentar agua, en contraposición a las que reportaron un mayor número de usos para la estufa.

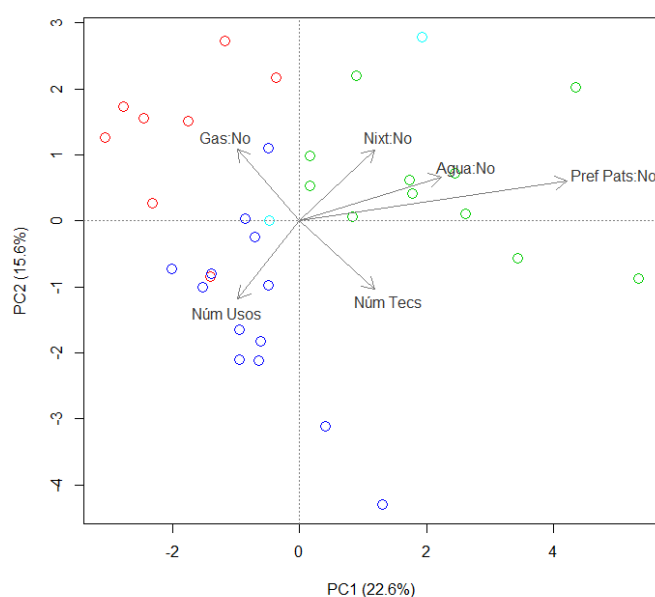


Gráfico 4. Ordenación de la matriz 1, usos de las Patsari (Elaboración propia)

De esta forma se puede observar un gradiente: las que se encuentran abajo a la izquierda usan más la Patsari (clúster azul) y las que están en esa línea hacia arriba a la derecha, coincidente con el clúster verde, las que la usan menos, por indicar que hacer nixtamal y calentar agua no lo hacen con la Patsari. Éstas son actividades que prefieren hacerse en el fogón tradicional, por lo que son usuarias de esta tecnología y usan menos la Patsari.

### 7.2.2. Matriz 2.1: Condiciones y mejoras las estufas Patsari

Al hacer la ordenación, los primeros 4 ejes de ésta explicaban el 82.0% de la variación en el conjunto de datos, un dato mucho mayor a la ordenación de la primera matriz. Los dos primeros ejes explicaban: PC1=37.7% y PC2=17.6% (Gráfico 5). Se observa cómo dentro de esta ordenación aparecen las variables que tienen más peso dentro de ella, con dos ejes definidos por las variables binomiales enfrentadas, casi coincidentes con los ejes cartesianos. El análisis llevado a cabo separa las variables binomiales y las maneja de manera independiente: por un lado la variable que indica la afirmación (sí) y por otro la negación (no), por lo que en el gráfico, por ejemplo, aparecía "Leña.cort.Sí" hacia la izquierda "Leña.cort.No" hacia la derecha. De esta forma se procedió a eliminar del gráfico una de ellas para poder ver la ordenación de forma más clara, teniendo presente que si iban las variables positivas hacia un lado, las negativas se disponían al contrario.

En el eje horizontal, se observan las variables relacionadas con el correcto manejo de la leña y el orden: hacia la izquierda las usuarias que sí llevan a cabo estas tareas y hacia la derecha las que no y tampoco tienen la cocina ordenada. De la misma forma, se observa en el eje

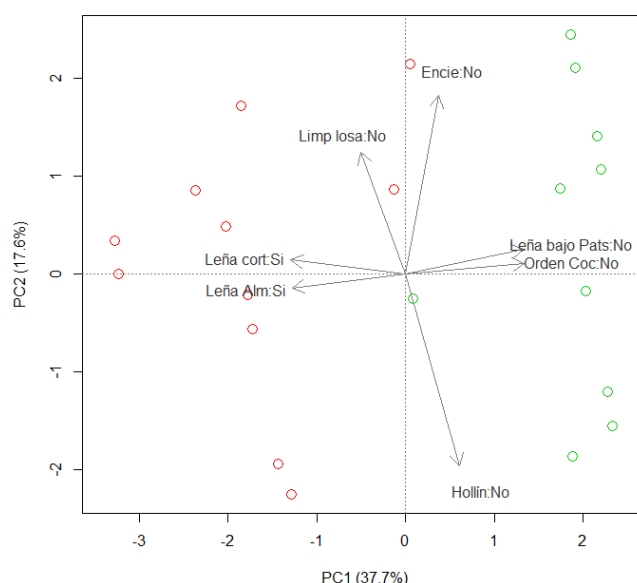


Gráfico 5. Ordenación de la matriz 2.1, condiciones y mejoras de las Patsari (Elaboración propia)

vertical, hacia arriba, las usuarias que no tienen las estufas limpias y no encienden bien (pudiendo ser una causa de la otra) y hacia abajo las estufas que no tienen hollín y por tanto sí tienen la losa limpia y encienden correctamente. Hacia arriba condiciones relacionadas con la suciedad, y hacia abajo con la limpieza.

### 7.2.3. Matriz 2.2: Condiciones y mejoras del ambiente

Al hacer la ordenación, los primeros 4 ejes explicaban el 50.2% de la variación en el conjunto de datos. Los dos primeros explicaban PC1=18.5% y PC2=12.6% (Gráfico 6).

En esta ordenación también aparecían dos ejes diferenciados: en el vertical, las cocinas donde sí se han llevado a cabo cambios (sí hacia arriba y no hacia abajo); y en el horizontal, el estado de las cocinas (techo, paredes y estado de la cocina en general), encontrándose hacia la derecha las cocinas que están en mejor estado y hacia la izquierda las que están en peor estado.

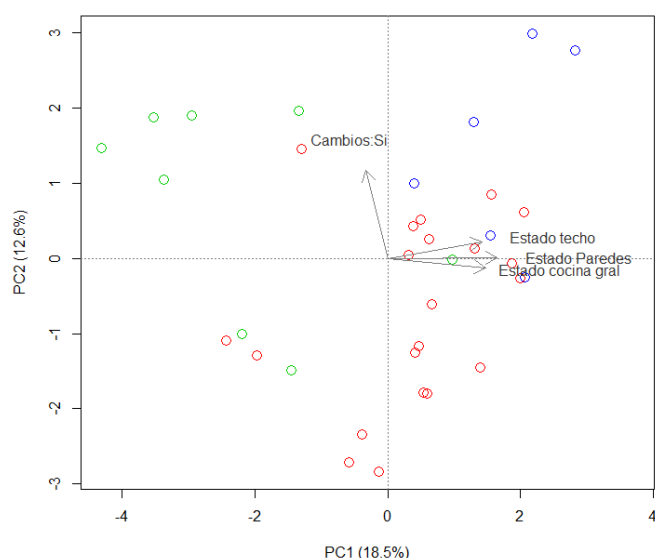


Gráfico 6. Ordenación de la matriz 2.2, condiciones y mejoras de la cocina Patsar (Elaboración propia)

### 7.2.4. Matriz 2.3: Comportamientos saludables

Los primeros 4 ejes de la ordenación explicaban el 61.2% de la variación en el conjunto de datos. Se seleccionaron los dos primeros que explicaban: PC1=24.9.5% y PC2=15.2% como muestra el gráfico 7.

En la ordenación se encuentran situados hacia la derecha y hacia arriba las cocinas que tienen muchos trastes colgados, contraria a las habitaciones que no están ordenadas. En el eje vertical se puede encontrar que hacia arriba se sitúan las cocinas con alimentos a la vista y

cercano a la variable habitaciones no ordenadas, ambos comportamientos no recomendados.

Hacia la parte inferior de la gráfica se encuentran las que no tienen ni los alimentos ni los utensilios a la vista, lo que pudiera entenderse como hábitos más saludables. La variable orden en las habitaciones, se introdujo en la matriz por si tuviera un peso importante dentro de la ordenación, y sí apareció: de forma positiva, hacia la derecha, misma dirección que tener muchos trastes colgados en las cocinas (por tanto, cocinas ordenadas); y de forma negativa, hacia la izquierda, mostrando en esa zona las viviendas con habitaciones desordenadas.

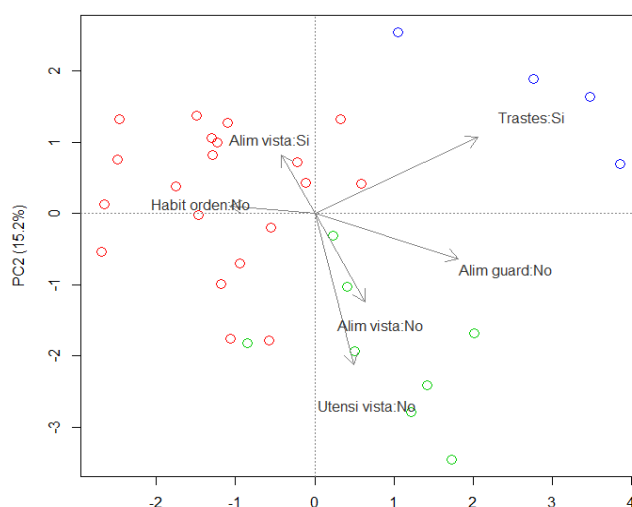


Gráfico 7. Ordenación de la matriz 2.3, comportamientos saludables de las usuarias (Elaboración propia)

### 7.2.5. Relación entre matrices

El dbRDA de la Matriz 1 vs. Matriz 2.1 condiciones y mejoras de las Patsaris, arroja un valor de probabilidad asociado de  $Pr=0.289$  (Tabla 8). Para que hubiera una asociación entre las dos matrices este valor debería ser  $<0.05$ , por lo que el resultado del análisis indica que no hay asociación entre las dos matrices.

El análisis está poniendo a prueba si la asociación que se observa entre las dos matrices puede ser entendida como resultado del azar o si hay un proceso de relación real entre el uso y las condiciones de la estufa, y es el Pr el que indica cuál es la probabilidad de que sí sea un proceso aleatorio, por lo que en este caso, sí lo es.

El dbRDA de la Matriz 1 vs. Matriz 2.2 condiciones y mejoras del ambiente, arroja un valor de probabilidad asociado  $Pr=0.013 < 0.05$ , lo que indica que en este caso sí existe una asociación entre el ambiente y el uso de las estufas.

El dbRDA de la Matriz 1 vs. Matriz 2.3 comportamientos saludables, arroja un  $Pr=0.008$ ,



indicando que en este caso también existe una asociación significativa.

El resultado del análisis, por lo tanto, es positivo para las matrices 2.2 y 2.3, pero no para la 2.1.

Se procedió entonces a revisar el porcentaje de variación explicada de cada relación ( $r^2$ ), es decir el porcentaje del uso que explica cada una de las matrices (Tabla 8).

	Pr	$r^2$
M1 VS M2.1	0,289	2,20%
M1 VS M2.2	0,013	8,60%
M1 VS M2.3	0,008	11,50%

Tabla 8. Resumen de los resultados del valor de probabilidad asociado (Pr) y el porcentaje de variación explicada ( $r^2$ ) (Elaboración propia)

En el primer caso, Matriz 1 vs. Matriz 2.1 el porcentaje de variación explicada es  $r^2=2.2\%$ , lo que indica que la Matriz 2.1 da muy poca información sobre el uso de las estufas.

Respecto a la Matriz 1 vs. Matriz 2.2, el porcentaje de variación explicada es  $r^2=8.6\%$ . Aunque la asociación fue positiva en el análisis, realmente la matriz de condiciones del ambiente está explicando muy poco del uso de las estufas.

Finalmente, el  $r^2$  respecto a la Matriz 1 vs. Matriz 2.3, fue 11.5%, y aunque esta asociación también salió positiva, y el porcentaje de variación explicada es mayor que en los dos análisis anteriores, sigue siendo un valor muy pequeño para explicar los usos de las estufas.

Como se ha explicado, aunque la asociación fue positiva para las matrices 2.2 y 2.3, la información que éstas arrojan sobre el uso de las Patsaris es muy pequeña. En este caso, sería necesario probar otra serie de herramientas o métodos estadísticos más específicos, ya que éste Análisis de Redundancia Basado en Matrices de Distancia ha sido una aproximación general a las variables y asociaciones, pero no ha aportado una información relevante de las relaciones y no se puede confirmar la asociación que EnDev definió en el 2014 y que demostraba que sí había una relación directa entre los estados de estufa y del ambiente y los comportamientos saludables con la adopción de una estufa mejorada.

Respecto a las variables en sí, puede que algunas de las elegidas no estén aportando información específica. Aunque hubo un trabajo de definición y descarte de variables para que las elegidas fueran las más representativas, se debería ajustar la definición y codificación de cada una para que éstas pudieran ser más exactas. Con una mejor selección de las variables, una mejor categorización de las mismas y una muestra más grande, es posible que se incrementaran los porcentajes de variación explicada.

Para ello, otra opción sería utilizar métodos que permitieran relacionar variable por variable a través de modelos lineales generalizados, como en el caso de EnDev, donde se llevaron a cabo regresiones logísticas. Estos métodos, más tardados y específicos, podrían arrojar otros resultados a la información aquí mostrada, por lo que se recomienda profundizar en la aproximación presentada para lograr concretar relaciones más directas en un futuro.

## 7.3. CARACTERIZACIÓN ESPECÍFICA

### 7.3.1. Caracterización respecto a las tecnologías de cocinado (M.3)

Se realizó un análisis de la situación de la zona respecto a las tecnologías de cocinado. Para ello se recopilaron en la matriz 3 todas las variables con información relevante, en total, 46 variables.

En relación a las tecnologías que se encuentran en las viviendas que tienen estufas Patsari, se observa que el fogón es el más presente (77.1%), seguido de la estufa de gas LP (71.4%) y el microondas (25.7%) (Gráfico 8). Solo dos usuarias (5.7%) tenían horno de leña. A continuación se tratará la situación en cuanto a cada una de las principales tecnologías.

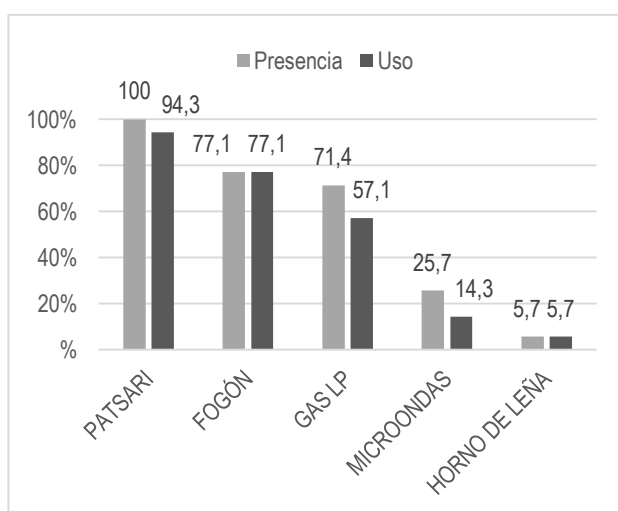


Gráfico 8. Presencia y uso de tecnologías de cocinado (Elaboración propia)

Respecto a las Patsari, condición de las viviendas de la muestra, cabe mencionar que la mayoría se construyeron hace 1 o 2 años (65.7%); y que las viviendas presentan en un 85.7% solo una estufa de este modelo, aunque hay algunas viviendas con más de una Patsari, ya que, como comentaron las señoras, les propusieron unirse a algún proyecto que se las regalaría, y ellas aceptaron.

Las señoras suelen usar la estufa Patsari todo el día (46%) o unas pocas horas (26%); y un 48.6% señalaron usarla en exclusiva para todas las comidas, frente al 51.4%

que puntualizó usarla igualmente, pero junto a otras tecnologías, evidenciando la superposición o apilamiento de tecnologías en un mismo hogar, como indicaban Masera et al (2000).

En cuanto a los usos que le dan a la estufa, el 91.4% la usan para preparar tortillas; el 82.9% para preparar la comida; el 77.1% para calentar agua para el baño; y el 54.3% para hacer nixtamal. Estos porcentajes muestran que se están modificando los hábitos tradicionales de hacer el nixtamal y calentar agua en el fogón.

Las encuestadas perciben como beneficio principal de las Patsaris la reducción de humo en las cocinas (40%); seguido del ahorro de leña (28.6%); que funcionan muy bien (22.6%); y la rapidez al cocinar (17.1%). Al preguntarles qué es lo que menos les gusta de las estufas en su mayoría respondieron que no había nada que no les gustase y que todo estaba bien (57.1%); seguido de la salida de humo a la cocina cuando se deterioran (20%); y el proceso de limpiarlas (11.4%). Es la tecnología más usada (94.3%) (Gráfico 8) y la preferida (80%) por las usuarias.

Sobre los complementos de mejora a las estufas, un 11.4% tiene un ventilador eléctrico instalado en las Patsari. Esto se debe a un estudio de la Universidad de Berkeley, California, en Napízaro, donde se encuentran las 4 estufas con esta tecnología. Respecto a ella, las usuarias se mostraban muy contentas con su instalación, debido a que permite una mejor extracción del humo y una reducción del tiempo en el uso de la estufa, ya que se cocinaba más rápido encendiéndolo y las usuarias lo encienden o apagan según quieran acelerar el proceso de cocinado.

Un 8.6% tiene boiler (o calentador de agua) instalado en la chimenea de las estufas. Éste puede llenarse de agua y mientras se está usando la Patsari, el agua se está calentando para usarla en el aseo personal. Las usuarias con boiler ya no calentaban el agua en los fogones, por lo que agregarle estos complementos a las estufas conllevan un mayor uso de las mismas y menor de las tecnologías que no son recomendables para la salud.

El 54.3% de usuarias tienen la leña guardada en la cocina; el 48.6% la tiene almacenada bajo la estufas; el 48.6% tiene la leña ordenada y un 51.4% cortada. Aunque aproximadamente la mitad de las usuarias realizan estos comportamientos, deberían generalizarse a la mayoría. En este aspecto, no se preguntó en la entrevista si tenían especial cuidado con el secado de la leña, ya que la húmeda provoca más humo al quemarse. Sería interesante conocer este dato para relacionar el manejo de la leña y la limpieza, tanto de las estufas como del espacio de las cocinas.

El 74.3% de las estufas enciende correctamente, frente al 25.7% que presentó algún tipo de problema. Aunque el 60% de las Patsari tenían la losa limpia (la parte superior, incluyendo comales), el 71.4% tenía hollín visible en distintas partes. El 20% tenía el fogón en el mismo espacio que la Patsari, y de ellas el 100% presentaba hollín, lo que puede tener una relación directa con la combustión en un espacio cerrado.

Respecto al fogón, están presentes y se usan en el 77.1% de las viviendas (Gráfico 8), aunque, de éstas, el 60% de las usuarias confirmó un uso regular y el 17.1% puntualizó que lo usan muy poco, indicando en ocasiones “una vez al año”. En cuanto a los usos principales, el 45.7% indicaron para cocinar ollas o cantidades grandes, como pozole o tamales; el 28.6% para hacer nixtamal y el 8.6% para calentarse, ya que también los usan en el exterior para las fiestas.

Sobre los principales beneficios percibidos de los fogones, las usuarias indicaron que es más rápido para cocinar (28.6%); que hay más fuego o calienta más (20%); y que pueden poner ollas grandes (11.4%). Todo esto se relaciona directamente con las prácticas de cocinado: como las usuarias necesitan poner ollas grandes y pesadas, perciben que en la Patsari, o no pueden poner demasiado peso, o tarda mucho en calentarse en comparación con el fogón. De esta forma, el fogón les aporta la libertad de poner sobre las piedras el tamaño de olla necesario y la llama directamente sobre ésta hace que se caliente mucho más rápido que con la Patsari. El 54.3% de ellas coinciden en que lo que menos les gusta de los fogones es el humo, y lo siguiente, por el 14.3% de las usuarias, que gastan más leña. Sólo 2 usuarias (5.7%) indicaron que era la tecnología más usadas por ellas y ninguna indicó que era su preferida.

Respecto a las estufas de gas LP, aunque están presentes en el 71.4% de las viviendas, el 57.1% indicaron usarlas (Gráfico 8), por lo que hay un 14.3% (5 usuarias) que la tienen pero no la utilizan. En cuanto a los usos principales, el 25.7% indicaron usarlo para calentar café, té o algo rápido; el 14.3% para hacer la comida; y el 8.6% tanto para calentar comida o tortillas como para su uso en la noche. Esta puntualización de su uso nocturno, se debe a que, normalmente, se suele cenar algo ligero, por lo que presenta una comodidad frente a encender la Patsari para cocinar o calentar algo que va a llevar poco tiempo. Con las respuestas sobre el tiempo de uso de las Patsaris se pudo realizar una clasificación, pero las respuestas sobre el tiempo de uso del gas LP fueron más diversas e impidieron hacerla, aunque en su mayoría indicaban poco tiempo de uso de estas estufas.

En relación a los principales beneficios percibidos de las estufas de gas LP, las usuarias indicaron su rapidez al cocinar (45.7%); que es instantáneo su encendido (20%)

y que es más cómodo o fácil (11.4%). Lo que menos les gusta de ellas son el elevado precio del combustible (34.3%) y que éste se acaba muy rápido y dependen de él (11.4%). Sólo 3 usuarias (8.6%) indicaron que era la tecnología más usadas por ellas y 2 (5.7%) que era su preferida, por lo que se evidencia una adopción generalizada de las Patsari frente al gas LP.

Respecto a los microondas, aunque están presentes en el 25.7% de las viviendas, se usan en el 14.3% (Gráfico 8), por lo que un 11.4% (4 usuarias) lo tienen pero no lo usan.

En cuanto a los usos principales, el 11.9% indicó para cocinar o calentar algo rápido, y una usuaria (2.9%) para hacer palomitas de maíz.

En relación a los beneficios percibidos de los microondas, las usuarias indicaron como principal su rapidez (8.6%). Respecto a los perjuicios, que no les parece nada malo de esta tecnología, que gasta mucha luz o que dicen que es malo para la salud. Ninguna usuaria indicó que fuera la tecnología más usada por ella o su preferida, por lo que se evidencia que no es una tecnología con mucha presencia en las prácticas de cocinado locales.

### **7.3.2. Caracterización respecto a ventilación de la cocina (M.4)**

Se realizó un análisis de la situación de la zona respecto a aspectos relacionados con la ventilación. Para ello se recopilaron en la matriz 4 todas las variables con información relevante, en total, 53 variables.

En primer lugar se hicieron las mediciones de las cocinas: del espacio de la cocina y de las dimensiones de los huecos, puertas y ventanas. Respecto a las medidas, los promedios fueron 3.65 m para el ancho de las cocinas y 4.45 para el largo, con un área media de 16.65 m<sup>2</sup>. Las alturas del techo de la cocina varían entre 2.01 y 3.10 m, y el volumen medio de dichos espacios es 42.75 m<sup>3</sup>.

La percepción de la autora respecto a la ventilación de las cocinas fue positiva en un 48% de los casos y negativa en 31.4%. Dos cocinas no aplicaron para la mayoría de variables de esta matriz ya que se encuentran abiertas, al exterior, contando solo con cubierta.

En el 51.4% de las cocinas, la hermeticidad de las mismas era mala, habiendo huecos grandes o filtraciones en las paredes muy evidentes o teniendo los huecos de puerta y/o ventana sin cubrir. El 25.7% tenía una hermeticidad buena, con la cocina sellada y el 17.1% media, con pequeños huecos que permitían filtraciones en las paredes o techos. Esto está directamente relacionado con la concepción de la cocina purépecha, tradicionalmente construida con maderas poco

ensambladas para permitir la salida del humo (García, 2012).

Las cocinas están bien iluminadas en un 51.4% de los casos, con una iluminación media en el 20% y mal iluminadas en el 28.6%.

En el 48.6% de las viviendas, las cocinas no disponen de ventanas, entendidas como tal (aunque sí otro tipo de huecos en el tímpano o entre la cubierta y las paredes). En los casos que sí hay ventanas, el 17.1% presenta cerramientos que permiten abrir para ventilar, el 14.1% solo presenta el hueco de la ventana pero sin cerramiento, y el 14.1% de las cocinas tienen las ventanas cerradas con plásticos. Ninguna de las cocinas tiene particiones interiores.

Sólo 3 cocinas presentan ventilación cruzada estrictamente a través de la situación de sus ventanas, aunque se da el caso de conseguirla a través de los huecos de grandes dimensiones y de los huecos de las puertas en los que no hay cerramiento. Para futuras investigaciones se debería revisar en profundidad qué patrones de huecos, puertas y ventanas con y sin cerramientos permiten esta ventilación de forma natural.

Se agruparon las mediciones de las áreas de huecos en 1) área de puertas; 2) área de ventanas; y 3) área de otros huecos; y se compararon con el dato aportado por Mak y Yik (2002), donde indican que el área mínima de los huecos debe ser del 23.33% de la superficie de la cocina para lograr un enfriamiento razonable y un confort térmico en las cocinas. Revisando el área de las ventanas, éste porcentaje de huecos se alcanzó en 2 cocinas, no en el resto; incluyendo al área de las ventanas el área de los huecos grandes, se alcanzó el porcentaje en 3 cocinas; e incluyendo a las dos anteriores el área de las puertas, el porcentaje del 23.33% se alcanzó en 14 cocinas (el 40% de la muestra). Estos datos muestran cómo las cocinas no tienen una ventilación adecuada en general, necesitando apoyarse en el hueco de las puertas para lograrla.

Se observa que de las 19 cocinas que no llegan a este porcentaje de huecos, 7 de ellas tienen una hermeticidad muy mala (36.8%); 4 media (21%) y 8 buena (42.1%). Que tengan una ventilación mala es beneficioso en este caso, debido a que el humo ocasionado en el interior de las cocinas puede ser evacuado a través de las filtraciones, pero puede hacer que sean cocinas más frías en invierno. Sobre la percepción de frío, lo indicaron en cocinas tanto con mala hermeticidad, media y buena.

Respecto a la contaminación intradomiciliaria, una mejora del material y de la hermeticidad sin considerar una correcta ventilación, como se vio con Ruth et al (2013), empeoraría el estado de las cocinas, impidiendo que el humo pueda ser evacuado. Por esto, no se debería

fomentar la mejora total de la envolvente sin tener en cuenta una apertura correcta de huecos. Esto ocurrió en San Antonio Piedras Blancas, cuando se llevó a cabo el proyecto de intervención donde se rehabilitaron las cocinas (Prieto, 2006). En ellas no se abrieron huecos en ellas, por eso todas las visitadas no tienen ventilación y, sin embargo, tienen una buena hermeticidad.

Un 68.6% de las cocinas tienen hollín en el techo. De ellas, el 50% tienen la cubierta a un agua y el 41.6% a dos aguas. En este análisis solo se encontraron dos casos con cubiertas a cuatro aguas con hollín, ya que coinciden con la rehabilitación de San Antonio Piedras Blancas donde cambiaron este tipo de cubiertas. Como indicaba Roth (2015), la forma de la cubierta es importante, ya que si la salida del humo ocurre por la parte más elevada de la cubierta a un agua, o por grandes huecos en el tímpano en cubiertas a dos aguas, el humo saldrá de forma más eficiente. En este caso se observa que de las cubiertas que no tienen hollín, ninguna presenta esta configuración de la salida del humo, por lo que no se puede establecer una relación.

El 82.9% de las usuarias indicaron tener humo en la cocina antes de la Patsari por tener el fogón dentro, de ellas, 62.9% indicaron que ya no tienen humo, por lo que la estufa les ha beneficiado respecto a la reducción de la contaminación intradomiciliaria. Aun así, 2 señoras (5.7% de la muestra) indicaron que siguen teniendo humo porque la estufa no les funciona bien y 5 señoras (14.3%) siguen teniendo el fogón dentro. Sería necesario una campaña de difusión para concienciarlas sobre los beneficios de no tener esta tecnología al interior de las cocinas.

Aunque se conoce cuál es la orientación de las estufas, porcentaje y orientación de huecos, y se podría analizar si el hueco de entrada es mayor o menor al de salida, al no conocerse con exactitud la dirección del viento, no se puede identificar y evaluar si esta se lleva a cabo de una manera satisfactoria. Junto a la dirección del viento, tampoco se pudo medir en el presente estudio velocidad, frecuencia o turbulencias, lo que podría ayudar a analizar distintos aspectos de la ventilación y a desarrollar simulaciones numéricas para arrojar predicciones confiables y continuar con la investigación aplicada en un futuro.

### 7.3.3. Caracterización respecto a materiales de la cocina (M.5)

Se realizó un análisis de la situación de la zona respecto a aspectos relacionados con los materiales o estado de las cocinas. Para ello se recopilaron en la matriz 5 todas las variables con información relevante, en total, 43 variables.

Tabla 9. Estado de distintos aspectos (Elaboración propia)

\*Dentro del 60% del total que sí tiene otra cocina

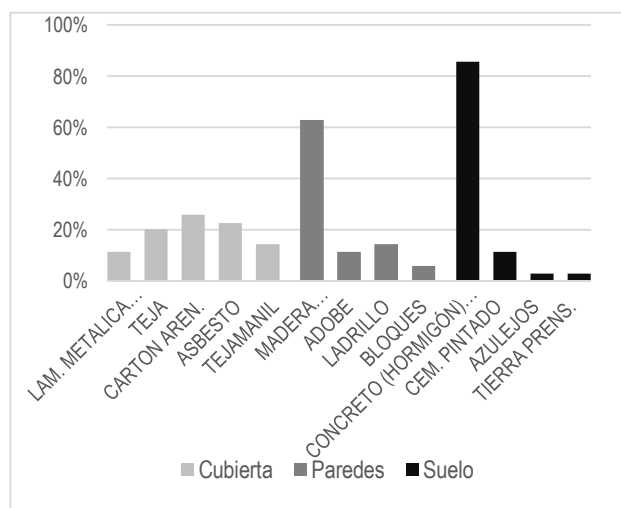


Gráfico 9. Tipos de materiales de cubierta, paredes y suelo de las cocinas (Elaboración propia)

\*

	BUENO	MEDIO	MALO
COCINA PATS GRAL.	40%	42.9%	17.1%
OTRA COCINA*	51.1%	33.3%	9.5%
CUBIERTA	22.6%	54.3%	22.6%
PAREDES	45.7%	22.6%	25.7%
SUELO	42.9%	48.6%	8.6%

Respecto al estado general de las cocinas, un 40% se encuentra en buen estado; 42.9% estado medio; y 17.1% mal estado. Como ya se mostró, el 60% de las viviendas sí tienen otra cocina, y de ellas, el 51.1% está en buen estado; 33.3% medio y 9.5% en mal estado (Tabla 9).

En relación a las envolventes (Tabla 9; Gráfico 9), se observa que la cubierta de las cocinas está en la mayoría de los casos en estado medio (54.3%). Los materiales más comunes para las cubiertas son 25.7% cartón arenado; 22.6% asbesto; 20% teja; 14.3% tejamanil y 11.4% lámina metálica. De la misma forma que se explicó en el epígrafe 7.1.2, el cartón arenado, debería acompañarse por un aislante térmico y el asbesto debería cambiarse si contiene amianto, con las medidas de seguridad oportunas. Una rehabilitación de las cubiertas contribuiría a una mejora de las cocinas y el confort interior de las mismas.

La mayoría de los suelos de las cocinas están en buen estado (42.9%) y estado medio (48.6%), habiendo sólo un 8.6% en mal estado (Tabla 9; Gráfico 9). El 85.7% de los suelos son de concreto u hormigón, sin ninguna

terminación; el 11.4% son del mismo material pero pintado o impermeabilizado; sólo se encontró una vivienda con vitropiso (o azulejos) en el suelo y una con tierra prensada. Esto se ha conseguido gracias a los programas de “piso firme” (suelo firme) que ha llevado a cabo el gobierno, dotando a las viviendas con una losa de homigón de 5 cm de espesor reforzada con malla electrosoldada y una membrana de polietileno (IMEVIS, 2015). Se conoce algunos casos donde la intervención sólo se ha realizado en el área de la estufa Patsari y no del resto de la cocina; o viviendas en las que desarrollar este programa les suponía a los usuarios un coste elevado por tener que retirar todo el material previo del suelo, y han preferido no llevarlo a cabo. Aunque es una buena iniciativa, hay que evitar estas situaciones.

El 45.7% de las paredes están en buen estado (Tabla 9; Gráfico 9), seguido de 25.7% en mal estado y 22.6% estado medio. El 62.9% de ellas están hechas de madera, a este material le siguen ladrillos (14.3%), adobes (11.4%) y bloques (5.7%), por lo que la mayoría de las cocinas están onstruidas como las tradicionales, con madera. Aunque en la zona hay un serio problema de deforestación, ocasionado principalmente por las plantaciones de aguacates, y no se pretende la obtención de grandes piezas de madera como las necesitadas en los trojes, debería realizarse un programa de manejo forestal sostenible, que creara empleos locales y permitiera la obtención de dicho material de construcción y su correcto procesamiento a través de aserraderos legales para que se pudieran rehabilitar las cocinas y la madera estuviera al alcance de la población, tanto espacial como económicamente.

Aunque en la actualidad se está potenciando a nivel global el uso de materiales naturales, todavía hay comunidades que los perciben como materiales pobres, asimilando la modernidad a las imágenes estadounidenses. Por ello sería necesario trabajar en la difusión de los beneficios de los materiales tradicionales, para que puedan ser readaptados en las comunidades. Esto debe ir acompañado por programas de capacitación, que permitan empoderar a la sociedad y generar empleo a través de pequeñas industrias –como los aserraderos que se indicaban- que fomenten el uso, de nuevo, de dichos materiales y la revalorización de la construcción tradicional con una visión más local. En ese caso, sería importante que los proyectos o propuestas de mejora, hagan un análisis previo de qué disposición de materiales existe en la zona, para que de esta forma, se puedan realizar distintas acciones, como propuestas de innovación de técnicas naturales, y se pueda tener una visión global para una correcta toma de decisiones.

El 71.4% de las cocinas se encontraban ordenadas, al igual que el 57.1% de las habitaciones. Respecto a la

limpieza de la envolvente de la cocina, el 57.1% de los techos se encontraban limpios; al igual que el 71.4% de los suelos. El 51.4% de las paredes no lo estaban, por lo que programas de mejora o iniciativas propias de las usuarias para pintarlas regularmente, conllevaría una mejora este punto.

De las 35 viviendas, 12 (34.3%) tiene un refrigerador en la cocina Patsari; 8 (22.6%) no cuentan con refrigerador en su vivienda y 15 (42.9%), lo tienen, pero no en la cocina Patsari, pudiendo ser en las otras cocinas o en espacios habilitados a este fin como corredores, prácticas que se habían indicado en el marco teórico que se llevaban a cabo en la región.

El 68.6% de las usuarias indicaron que tenían los alimentos guardados en las cocinas, el 60%, a la vista. Asimismo, el 60% contaba con un espacio dentro de la cocina para el manejo de los residuos, y el 42.9% contaba con un espacio para lavar los alimentos, de las cuales solo 3 señoras (8.6%) contaban con un lavadero o similar con agua entubada. El resto configuraba el espacio de lavado con ollas con agua, botes o similares. Aunque esta variable no apareciera con mucho peso en el ordenamiento que se hizo respecto a comportamientos, contar con agua entubada dentro de las cocinas sería una forma de mejorar considerablemente las condiciones de las mismas, y disponer de un recurso inmediato para limpiar, hervir y poder lavar los alimentos.

7 viviendas (el 20%) tenía sus cocinas con una gran cantidad de trastes (utensilios de cocina) en repisas o colgados, con patrones de ordenamiento de los utensilios muy específicos, siendo muy similares entre ellas (Imagen 18). Esta es una forma de mejorar las cocinas y, según indicaron algunas señoras en las entrevistas, es una aspiración tener muchos y colocarlos todos a la vista. Esta percepción es la que puede dar lugar a que la mayoría de las cocinas (82.9%) tengan los utensilios a la vista frente a un 28.6% que los tienen guardados.



Imagen 18. Trastes ordenados en cocinas (Elaboración propia)

## 7.4. RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS ESPECÍFICAS

### 7.4.1. ¿Cuál es el nivel de uso y adopción de las Patsari en la zona?

Como se indicó en el epígrafe 7.3.1, un 94.3% de las entrevistadas usa la Patsari y un 91% prefieren esta tecnología. El 46% de ellas indicó usarla todo el día y como ya se mostró, se están modificando los hábitos tradicionales de hacer el nixtamal y calentar agua en el fogón.

Aunque esta es una primera aproximación a la adopción y uso a través de las entrevistas, las respuestas que dan las señoras son muy arbitrarias, siendo difícil concretar el nivel de adopción con ellas. Como muestran Mercado et al (2011), sería necesario llevar a cabo un monitoreo del uso y adopción para conocer a través de una fuente fiable los patrones de cocinado de las señoras y el tiempo que está en funcionamiento para conocer realmente la situación de la zona respecto a adopción.

Para esto, se podrían implementar monitores de uso de estufa (Stove use monitors, SUMs) (Mercado et al, 2011) en las cocinas: pequeños detectores de temperatura digitales con memoria digital que permiten medir por periodos de tres a seis meses la temperatura de las estufas y obtener objetivamente los días de uso al mes, las comidas al día o estimar el consumo de leña sin tener que visitar los hogares todos los días (Agencia Informativa CONACYT, 2016).

### 7.4.2. ¿Qué ha cambiado en las cocinas y qué influencia ha tenido la estufa en esto?

Las estufas de las viviendas se construyeron hace entre 1 y 10 años y se procedió a analizar si este hecho tuvo que ver con la realización de cambios en las cocinas.

De las 35 viviendas de la muestra, 19 (el 54.3%) sí realizaron cambios en sus cocinas y 16 (45.7%) no lo hicieron.

Las mejoras llevadas a cabo tienen distinto alcance: desde pintar regularmente las paredes; reparar zonas de las envolventes o cambiar algún material de ellas, bien por iniciativa propia o por programas del gobierno como el programa “piso firme”; hasta ampliar el espacio de la cocina; o incluso hacer una nueva.

Se revisó la fecha en la que se hicieron los cambios. 7 de ellos (36.8%) sí coincidieron en fecha con la construcción de la estufa Patsari, otras 7 (36.8%) se llevaron a cabo después de instalarla, y 5 (26.3%) antes.

Estos datos no nos permiten hacer una valoración específica sobre la influencia de la estufa en la fecha en que llevaron a cabo los cambios, pero, por la información aportada por las señoras, se podría pensar que los cambios realizados después de la estufa y coincidente con su construcción, relacionados con la ampliación o nueva construcción pudieran deberse a dos cuestiones: 1) las viviendas contaban con una cocina para el fogón, y a la llegada de la nueva estufa, se prefirió tener un espacio sólo para las Patsari más cuidado y sin humo, por lo que construyeron una nueva; y 2) las viviendas contaban con una cocina pero al introducir la Patsari, con la necesidad de espacio que esto suponía, ampliaron las cocinas para poder tener todas las tecnologías en ellas.

También se revisó la influencia de la estufa con los cambios a las viviendas en general, pero no se encontró ningún tipo de relación entre la fecha de construcción de la Patsari y la de realización de modificaciones en las mismas.

### 7.4.3. ¿Cuál es la percepción y las opiniones de las usuarias respecto al espacio de la cocina y cuáles sus aspiraciones habitacionales?

Cuando se les preguntó a las usuarias sobre su opinión respecto a las cocinas, en general, se obtuvo una percepción positiva, con 22 comentarios positivos sobre ellas (62.9%) frente a 13 negativos (37.1%). En general, aunque hay cosas que cambiarían, se sienten bien en ellas y las ven bonitas, porque la interpretan como su espacio y reconocen que pasan mucho tiempo al día en él, por eso quieren tenerlo ordenado y adornado.

En muchos casos, aunque sus comentarios son positivos, ven la necesidad de mejorar algunos aspectos: ampliarla sobre todo, modificar distintos materiales y tenerla “bien tapadita” o sin fisuras, con una buena



hermeticidad. Respecto a esto, indican que cuando llueve el agua les entra en la cocina; y también mencionan el frío y el humo en algunos casos, volviendo a mostrarse necesario una intervención respecto a materiales y ventilación. Algunas respondieron que les parecían feas o que les faltaban trastes para verse mejor.

En varios casos, indicaron que no sabían, o que todo está bien, pareciendo en este caso por sus respuestas complementarias que se adaptan a lo que tienen o que no lo cuestionan, con comentarios como: “Pues ya... es la única que hay”; “Me aguento así” o “Para qué soñar”. Muchas de ellas se rieron cuando se les preguntó sobre cómo se sentían en sus cocinas o qué les gustaría, pareciendo, o bien que era una pregunta muy íntima en la que se llegaban a poner un poco nerviosas sin saber qué responder o que era un aspecto al que no le daban importancia.

Aunque sean opciones que no son comunes en la actualidad de las cocinas de la zona, algunas usuarias indicaron que les gustaría tener campanas extractoras, cocinas integrales, lavaderos y armarios como las concepciones modernistas de las cocinas. En la mayoría de casos, esto no está al alcance económico de las usuarias. Un ejemplo fue:

*“Una cocina chiquita, donde tener donde comer bien, bien tapadita, así me gustaría. Mi comadre tiene la cocina adentro, con armarios, muy bonita. ¡Ay!... ¿Cuándo tendré dinero para hacerme una cocina como la de mi comadre?!”*

Mostrando en distintas ocasiones cómo ven improbable que estos cambios puedan llevarse a cabo al no disponer del recurso necesario para ello.

#### **7.4.4. ¿Qué papel puede jugar el asesoramiento técnico, la ecotecnología y la autoconstrucción en estos procesos de cambio?**

El 71.4% de las viviendas se autoconstruyeron por los propietarios, sus padres o suegros, ayudados por la familia; 14.3% se realizaron mediante la ayuda de albañiles junto a autoconstrucción por parte de los propietarios; y 11.4% a través de sólo albañiles; lo que muestra la importancia de la autoconstrucción en la zona. Una señora del primer grupo y otra del último, indicaron haber recibido remesas destinadas a la construcción de sus casas, por lo que no es muy significativa la presencia de remesas en este caso, aunque el 45.7% de las usuarias tiene algún familiar en Estados Unidos.

En el 80% de viviendas las usuarias pasan frío, bien en las habitaciones o en la cocina, por lo que se muestra la urgencia de instalar un correcto aislamiento térmico, así

como llevar a cabo estrategias bioclimáticas que permitan una calefacción pasiva de los espacios.

20 usuarias (57.1%) tienen pensado o les gustaría hacer reformas en sus cocinas o viviendas, pero de ellas, 18, mencionaron que no las harán porque no disponen de los medios económicos suficientes.

El 62.9% de las usuarias cambiarían el material de sus viviendas y usaría materiales como cemento (48.6%); ladrillos (31.4%) y madera (17.1%), ya que piensan que duran más, son más resistentes, que no pasan frío o que son más baratos. Esto se alinea a lo explicado por Ettinger (2010), donde indica la asociación comunitaria de materiales como el hormigón con la durabilidad, la imagen y el progreso.

Todas coinciden en que los materiales que más se usaban antiguamente eran la madera y la tierra. Ahora, indican que los más usados son cemento (62.9%) y ladrillos (40%), ya que los fabrican en la zona. 5 señoras (14.3%) pensaban que los más usados en la actualidad era el adobe y 4 (11.4%) la madera, ya que mencionaban que los que no tienen la posibilidad de comprar materiales como cemento o ladrillo, podrían hacer estos naturales o sacarlos de algún lugar del monte. No todas respondieron sobre qué materiales serán más comunes en la comunidad en el futuro. Las que sí lo hicieron (54.3%) indicaron que se usará el cemento y el ladrillo, porque la madera se está acabando. Sólo una indicó que se volverá a la madera de nuevo porque es más barata.

El 80% responden positivamente ante la idea de autoconstruir si les capacitaran para ello y un 71.4% indica que sí usaría materiales naturales si les enseñaran cómo. Les parecen bien estos materiales aunque reconocen que el problema principal es la técnica, ya que existen experiencias en las comunidades en las que han hecho adobes pero se deterioraron fácilmente. Otras respuestas positivas indican que volver a los materiales antiguos es mejor o que lo natural es más bueno, por lo que ante esto se presenta un buen panorama para poder desarrollar distintas estrategias de autoconstrucción a través del asesoramiento y/o la bioconstrucción. Otro punto a favor de estas estrategias es que se cuenta con un 62.9% de las viviendas en las que hay algún familiar que sabe construir.

Respecto a las ecotecnias, un 62.9% usa alguna técnica para recoger agua de lluvia o reutilizar el agua (la de lavar la ropa para regar, por ejemplo), por lo que las usuarias podrían estar más accesibles a implementar ecotecnologías como la captación de agua pluvial a mayor escala en las viviendas o la creación de huertos, como ejemplos. Aunque algunas señoras indicaron que ya no hacían este tipo de prácticas porque ahora sí tenían agua, así que puede sólo las hagan cuando no tengan abastecimiento suficiente y si el acceso al agua es mayor

ya no realicen estas prácticas sostenibles por el hecho de ser beneficiosas para el medio ambiente.

Como se vio anteriormente, la mayoría de los baños se encontraban en estado medio-malo, por lo que las ecotecnias enfocadas al saneamiento podrían traer muchos beneficios a las familias. Aunque el presente trabajo se ha enfocado en las cocinas, se cuenta con datos relacionados con el saneamiento, por lo que podría realizar un análisis específico de estos para enfocar la investigación hacia la mejora integral de las viviendas.

#### **7.4.5. ¿Cuáles son las mejoras estrategias a implementar en las viviendas para apoyar el uso y adopción de las estufas Patsari y reducir la contaminación intradomiciliaria?**

En base a los aportes previos de Endev, y tras lo observado en el presente trabajo, se considera que la estrategia para apoyar el uso y adopción de las estufas Patsari y reducir la contaminación intradomiciliaria, debería incluir una serie de recomendaciones, cuyo listado inicial se encuentra desarrollado en el anexo 3.

Éstas, deberían clasificarse en los siguientes puntos a tratar: i) cuidado de las estufas; ii) mejora del ambiente de la cocina, incluyendo ventilación y materiales; iii) comportamientos saludables; y deberían llevarse a cabo a través de distintos niveles:

1) Recomendaciones a las usuarias: a través de la enseñanza de buenas prácticas, la difusión de los comportamientos saludables y el aporte de sugerencias para la mejora de las condiciones de higiene, de las estufas, y de los ambientes en general. Ejemplo: Pintar de forma periódica las paredes de la cocina para evitar la acumulación de hollín; disponer de un espacio para leña bajo la estufa, que esté ordenada, cortada en trozos y seca; evitar el fogón en el mismo espacio que la estufa Patsari.

2) El asesoramiento técnico a los encargados de llevar a cabo la autoconstrucción (tanto a usuarias y usuarios como a albañiles) para que puedan hacerse las mejoras en la cocina a través de técnicas eficientes y sostenibles. Estas mejoras serán a una mayor escala, integrando estrategias de diseño bioclimático y/o bioconstrucción, según el contexto específico en el que se desarrollen para adaptarse a los condicionantes locales y a la concepción de la vivienda vernácula. Ejemplos: Realizar mejoras a las estufas como pintarlas o colocarles azulejos en su superficie; apertura de huecos con una relación mínima de tamaño del 23.33% del área en planta de la cocina; abrirlas de forma que se propicie la ventilación cruzada, como solución óptima, situar los huecos en paredes adyacentes colocados a la mayor distancia posible en diagonal.

3) Recomendaciones a implementadores locales de las tecnologías, para que puedan colocar la estufa en un ambiente idóneo, verificar el correcto uso de la misma y puedan asesorar a las usuarias respecto al ambiente de la cocina y la ventilación. De esta forma, sensibilizarían a las usuarias sobre los temas importantes a vigilar a través de una relación cercana y directa. Ejemplos: Informar a las usuarias sobre los problemas ocasionados por usar el fogón en espacios cerrados; realizar un seguimiento periódico a las estufas; estar accesibles para que las usuarias puedan consultarle dudas; colocar las chimeneas evitando lugares con reflujo de viento al exterior de las cocinas (a sotavento).

4) Recomendaciones a ONGs y asociaciones civiles, para capacitar a los técnicos e implementadores y que éstos puedan desarrollar sus tareas de forma adecuada; llevar a cabo campañas de difusión; y desarrollar estrategias de implementación de estufas con un enfoque ampliado. De esta forma, se estaría trabajando de forma paralela con las usuarias, a través de los implementadores y a través de la figura de la asociación, mediante otro tipo de actividades. Ejemplos: Capacitar a los implementadores en temas de ventilación y mejora del ambiente de la cocina; desarrollar investigaciones conjuntas con actores de la academia (institutos, universidades) para aunar esfuerzos; llevar a cabo una campaña de sensibilización comunitaria con talleres donde se informe a las usuarias de los beneficios de realizar comportamientos saludables en sus cocinas.

5) Recomendaciones enfocadas a las políticas públicas, para que a través del gobierno, o de alianzas público privadas, se puedan desarrollar estrategias integrales que incluyan, de preferencia, a la vez, la disseminación de tecnologías de cocinado; la cocina y la mejora de su ambiente; la vivienda como elemento contenedor de los comportamientos saludables; y el enfoque de género en todas ellas.

Como indica Ettinger (2015), la concepción estática de la vivienda da lugar a políticas de conservación desligadas de las realidades que promueven la evolución de las mismas, y se enfocan en la mayoría de casos principalmente a la cuestión de imagen más que a la los problemas asociados a la conservación de la vivienda vernácula en todas sus facetas: material, espacial y formal.

En este caso, el escaleamiento de proyectos de tecnologías hacia el ambiente de la cocina o de la vivienda, deberían tener en cuenta, por ejemplo, desarrollar programas de mejora física integral de las cocinas, que contemplen tanto los materiales como la ventilación; en las viviendas, que contemplen un sistema hidrosanitario en condiciones mínimas de salubridad; realizar campañas de concienciación y difusión locales a través de distintos canales de comunicación (de forma directa o a través de



su financiación); otorgarles a las familias la posibilidad de acceder a microcréditos para llevar a cabo las mejoras físicas de las cocinas o viviendas a las que no pueden enfrentarse por sí solos; o el apoyo a asociaciones civiles y ONGs para que desarrollen estas estrategias, a través del apoyo técnico o financiero de distintas dependencias gubernamentales.

Trabajar en los distintos niveles permitiría un desarrollo integral de la temática y avanzar en la consecución de los distintos objetivos de desarrollo sostenibles ya mencionados al inicio del presente documento.

## 8. CONCLUSIONES Y POSIBLES LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

La cocina de la vivienda vernácula, ha evolucionado con ésta a través del tiempo, apareciendo actualmente en las comunidades con distintos espacios, formas y funciones. Han variado los hábitos culinarios, las tecnologías y las percepciones de las usuarias, haciendo evidente que la hibridación de la cocina y de la vivienda es un hecho latente en las comunidades. Por ello, como indica Ettinger (2010), hay que evitar la concepción estática de la vivienda vernácula, y la idea de que los procesos de cambio crean una imagen disonante, destructora de la armonía existente, para pasar a una discusión más equilibrada del fenómeno, comprendiendo lo que está sucediendo, admitiendo estos procesos de hibridación y que la transformación forma parte de la misma.

Para comprender la importancia de la cocina, tanto en la vivienda como en la cultura purépecha, se llevó a cabo el presente análisis en 7 comunidades distintas de la zona; se relacionó el estado de las estufas, del ambiente y los comportamientos, con el uso de las estufas; y a través de las caracterizaciones, se reconoció la importancia de la Patsari (en el cambio de hábitos de las usuarias o en la posible relación con la ampliación o construcción de nuevas cocinas en las viviendas, entre otras). Esto también permitió conocer el estado de las estufas, el uso de las tecnologías de cocinado, el estado de las cocinas y los comportamientos llevados a cabo por las usuarias, datos indispensables para poder enfocar los proyectos y programas con conocimiento del contexto.

De esta forma, se desarrolló la investigación en torno a cómo se pueden mejorar las cocinas, reducir la contaminación intradomiciliaria y mejorar la adopción a través de la arquitectura, debido a la influencia que esto tiene en el medio. Como se ha mostrado, es importante ya que la suma de dichos esfuerzos, de la arquitectura y de la tecnología, resultaría en mayores beneficios para la población usuaria, mejorando su calidad de vida, su salud

y el desarrollo de capacidades; y para el medio ambiente en general, fomentando la construcción de viviendas y/o cocinas saludables, reduciendo potencialmente las emisiones y la contaminación; todo ello a través de un esfuerzo transdisciplinar.

Sería idóneo que este esfuerzo incluyera una estrategia integral y a distintos niveles, con la implicación de todos los actores relacionados con la temática, y que se profundizara en temas específicos, como la adopción de tecnología, el desarrollo de ecotecnias o el manejo sustentable de recursos forestales, entre otros.

Con el presente estudio, se presenta un listado de recomendaciones generales (Anexo 3), enfocadas a la estufa, el ambiente de la cocina y los comportamientos saludables, como una primera aproximación en la que se debe seguir profundizando. Por ello, se recomienda a la hora de llevarlas a cabo, desarrollar un análisis de los condicionantes previos de cada contexto, para poder enfocarlas de forma adecuada.

Los próximos pasos en relación a esto, incluyen la generación de una ficha tipo por cada una de las 35 viviendas analizadas, donde se incluirán datos básicos de cada una de ella, fotografía, levantamiento en 3D y un listado con las principales estrategias de mejora identificadas en cada una, enfocadas principalmente a las usuarias y la autoconstrucción. De esta forma, ellas podrían comenzar a realizar algunos cambios sugeridos (de las estufas, del ambiente o del comportamiento) y se contará con un guion inicial para implementar mejoras a mayor escala en cada vivienda en el caso que se pueda obtener un recurso gubernamental para ello. Una de las posibles líneas de investigación a futuro podría enfocarse a medir el impacto y beneficios de implementar dichas recomendaciones.

Otra línea futura de trabajo se basa en profundizar en el análisis de la relación entre el uso y adopción de las estufas Patsari con el estado de las estufas y el ambiente de la cocina y los comportamientos saludables. Con un análisis más exhaustivo que el realizado en el presente estudio y una muestra mayor, se podría llegar a concluir el tipo y la intensidad de la relación, y por tanto, poder enfocar las estrategias de intervención de una forma más efectiva.

Por último, la investigación que se sigue desarrollando tras la generación del presente documento, se basa en la ventilación, los materiales y la contaminación intradomiciliaria.

Se identificó la necesidad de evaluar la relación directa entre la configuración del entorno de la cocina y la calidad del aire, por lo que se está desarrollando para ello, de forma conjunta entre UPM, UNAM y GIRA A.C., un prototipo de cuarto de cocinado, donde se puedan cambiar los materiales de la envolvente y el tamaño y disposición

de los huecos, para medir la contaminación intradomiciliaria en su interior y poder cuantificar la relación de los mismos a través de los datos obtenidos in situ.

Se está trabajando para ello en el marco del Proyecto COOP-XVII-01 Cocinas Limpias, financiado en la XVII Convocatoria de ayudas para acciones de Cooperación para el Desarrollo de la UPM. Mediante el apoyo del Instituto de Cooperación y Habitabilidad Básica (ICHaB, UPM), se está llevando a cabo el primer diseño del prototipo, que se definirá de forma conjunta en los próximos meses y se construirá en las instalaciones de GIRA A.C. durante el 2017.

Aunque este prototipo no permitirá trabajar en la rama de la adopción de la tecnología, supondrá un avance para medir la relación directa de la arquitectura con la reducción de la contaminación intradomiciliaria.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Informativa CONACYT (2016). Adopción ecotecnológica en México. En: <http://www.conacytprensa.mx/index.php/tecnologia/energia/6664-adopcion-ecotecnologica-en-mexico-hacia-un-futuro-sustentable> [Consultado el 14 de mayo de 2017].
- Aguilar, B.; Prieto, V. (2002). La troje: tipología de la vivienda purépecha. Vernacular Architecture. ICOMOS.
- Allocca, C.A.; Chen, Q.; Glicksman, L.R. (2003). Design analysis of single-sided natural ventilation. *Energy and Buildings* 35 (8), 785-795. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(02\)00239-6](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00239-6)
- Armendáriz, C.; Edwards, R.; Johnson, M.; Zuk, M.; Rojas, L.; Díaz, R.; Riojas-Rodriguez, H.; Masera, O. (2008). Reduction in personal exposures to particulate matter and carbon monoxide as a result of the installation of a Patsari improved cookstove in Michoacan, Mexico. *Indoor Air* 18(2), 93-105. DOI: [10.1111/j.1600-0668.2007.00509.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2007.00509.x).
- Ávila, P. (2008). La cultura del agua en los pueblos indígenas de la Meseta Purépecha. En: UNESCO. Agua y diversidad cultural en México. Israel Sandre Osorio, Daniel Murillo, (eds). Serie Agua y Cultura del PHI-LAC, 2. ISBN 978-92-9089-112-3.
- Bose, C.E.; Bereano, P.L.; Malloy, M. (1991) Household Technology and the Social Construction of Housework. En: *Technology and choice. Readings from Technology and Culture*. LaFollette, M.C.; Stine, J.K. The University of Chicago Press. ISBN 0-226-46777-5.
- Bruce N.; Perez-Padilla, R.; Albalak, R. (2000). Indoor air pollution in developing countries: A major environmental and public health challenge. *Bulletin of the World Health Organization* 78(9), 1078-1092.
- Bruce, N.; McCracken, J.; Albalak, R.; Schei, M.; Smith, K.; López, V.; West, C. (2004). Impact of improved stoves, house construction and child location on levels of indoor air pollution exposure in Young Guatemala children. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology* 14, S26-S33. DOI: [10.1038/sj.jea.7500355](https://doi.org/10.1038/sj.jea.7500355)
- Carvalho, R. L.; Jensen O.M.; Tarelho, L.A. (2016). Mapping the performance of Wood-burning stoves by installations worldwide. *Energy and Buildings* 127, 658-679. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.06.010>
- CEMEX (2016). Yo construyo. Manual de autoconstrucción. México. ISBN 978-607-501-441-1.
- Chico, P.; Tello, L. (1996). La vivienda vernácula en la zona conurbada: su persistencia y deterioro. Facultad de Arquitectura Universidad Autónoma de Yucatán, 31-41.
- Chu, C.; Chiang, B. (2013). Wind-driven cross ventilation with internal obstacles. *Energy and Buildings* 67, 201-209. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.07.086>
- Chu, C.; Chiu, Y.H.; Tsai, Y.T.; Wu, S.L. (2015). Wind-driven natural ventilation for buildings with two openings on the same external Wall. *Energy and Buildings* 108, 365-372. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.09.041>
- Clark, M.L.; Reynolds, S.J.; Burch, B.B.; Conway, S.; Bachand, A.M.; Peel, J.L. (2009). Indoor air pollution, cookstove quality, and housing characteristics in two Honduran communities. *Environmental Research* 110, 12-18. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2009.10.008>
- Conant, J.; Fadem, P. (2011). Guía comunitaria para la salud ambiental. Hesperian. ISBN 978-0-942364-59-0.
- CONAVI: Comisión Nacional de Vivienda (2016). Autoproducción. En: [http://www.conavi.gob.mx/guia-para-soluciones-habitacionales/\\_autoproduccion.html](http://www.conavi.gob.mx/guia-para-soluciones-habitacionales/_autoproduccion.html) [Consultado el 2 de mayo de 2017].
- CONAVI: Comisión Nacional de Vivienda (2017). [fb.com/conavimexico](https://www.facebook.com/conavimexico) [Actualización de estado de Facebook. Consultado el 2 de junio de 2017].
- CONAPO: Consejo Nacional de Población (2012). Índice de marginación por localidad. Colección: índices sociodemográficos. ISBN 978-607-427-128-7.
- Contreras, J.A.; Ruiz, J.A.; Alcántar, J.J.; González, I.J. (2006). Estadísticas climatológicas básicas del estado de Michoacán (Período 1961-2003). Libro Técnico 3. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. ISBN 968-800-633-5.
- Debnath, R.; Bardhan, R.; Banerjee, R. (2016a). Investigating the age of air in rural Indian kitchens for sustainable built-environment design. *Journal of Building Engineering* 7, 320-333. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2016.07.011>
- Debnath, R.; Bardhan, R.; Banerjee, R. (2016b). Taming the killer in the kitchen: mitigating household air pollution from solid-fuel cookstoves through building design. *Clean Technologies and Environmental Policy* 19, 705-719. DOI: [10.1007/s10098-016-1251-7](https://doi.org/10.1007/s10098-016-1251-7)
- Díaz, R.; Berrueta, V.; Masera, O. R. (2011). Estufas de leña. Cuadernos Temáticos sobre Bioenergía, 3. Red Mexicana de Bioenergía A.C., México.
- Dray, S.; Dufour, A.B. (2007). The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists. *Journal of Statistical Software*. 22(4), 1-20.
- EnDev, 2014. Factores que intervienen en la adopción de una cocina mejorada. A partir del piloto "Ambientes y cocinas saludables implementadas en Tacna, Moquegua, Arequipa, Cajamarca y San Martín". GIZ. Lima, Perú.
- Ettinger, C.R.; García, S.; Bedolla, J.A. (2005). Vivienda, Identidad y Migración en Michoacán. Primer Congreso Internacional de Psicología: tendencias actuales de la investigación en psicología, Escuela de Psicología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, 24-26 octubre 2005.
- Ettinger, C.R. (2010). La transformación de la vivienda vernácula en Michoacán. Materialidad, espacio y representación. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. ISBN 978-607-7814-03-0.
- Ettinger, C.R. (2015). Perspectivas sobre la conservación de la troje purépecha. Entre la conservación ideal y la realidad. En: Cultura, sociedad y políticas públicas. Pasado y presente del patrimonio cultural en Michoacán. Ojeda, L.; Mijangos, E.; Mercado, E. Encuentros 22, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. ISBN 978-607-424-564-6.
- Fuentes, V.A. (sin fecha). Ventilación natural. En: Arquitectura bioclimática. Departamento del medio ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco.

- Fuentes, V.A.; Viqueira, M.R. (2004). Ventilación natural. Cálculos básicos para arquitectura. Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco. ISBN 970-31-0205-0.
- GEA: Grupo de Economistas y Asociados (2010). Diagnóstico de las necesidades y rezago en materia de vivienda de la población en pobreza patrimonial. FONHAPO, SEDESOL.
- García, C. (2009). La cocina purépecha en Charapan. Espacio femenino. Tsimáru, Estudio de etnólogos.
- García, C. (2012). El troje purépecha. Asiento, granero y oratorio del grupo doméstico. Tsimáru, Estudio de etnólogos.
- García, C. (2014). El troje y el solar purépechas: recinto del núcleo familiar. Dossier Solar Purépecha. Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- GIRA: Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada A.C. (2004). El uso de estufas mejoradas de leña en los hogares: evaluación de reducción en la exposición personal. Informe Final.
- González, S. (2015). De autoconstrucción; 63% de las viviendas que se construyen al año. La Jornada. En: <http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2015/06/20/el-63-del-millon-deviviendas-que-se-construyen-al-año-son-de-autoconstruccion-consultora-6843.html> [Consultado el 5 de junio de 2017].
- Greenpeace (2016). Meseta Purépecha, Michoacán: Bosques convertidos en aguacate. En: <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Campanas/Bosques/Geografia-de-la-deforestacion/Michoacan/> [Consultado el 14 de abril de 2017].
- IEA: International Energy Agency (2010). World Energy Outlook 2010. ISBN: 978 92 64 08624 1. París, Francia. En: <http://www.worldenergyoutlook.org/media/weo2010.pdf> [Consultado el 3 de abril de 2017].
- IMEVIS: Instituto Mexiquense de la Vivienda Social (2015). Piso firme. En: [http://imevis.edomex.gob.mx/piso\\_firme](http://imevis.edomex.gob.mx/piso_firme) [Consultado el 10 de junio de 2017].
- INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2017). Mapas para imprimir. En: <http://www.cuentame.inegi.org.mx> [Consultado el 2 de marzo de 2017].
- Galindo, L.M.; García, G.; Rivera P. (2015). El trabajo de cuidado en los hogares: ¿un trabajo sólo de mujeres? Cuadernos de trabajo, 59. Instituto Nacional de las Mujeres, Gobierno de la República, México.
- Guang, M.; Gong, L. (2010). Indoor air pollution caused by interior architecture decoration and reason of not to absolutely forbidden. 4th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering. IEEE. DOI: [10.1109/ICBBE.2010.5515138](https://doi.org/10.1109/ICBBE.2010.5515138)
- Johnson, M.; Edwards, R.; Alatorre, C.; Masera, O. (2008). In-field greenhouse gas emissions from cookstoves in rural Mexican households. Atmospheric Environment 42(6), 1206-1222. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2007.10.034>
- Junta de Andalucía (2015). Rehabilitación de viviendas en los poblados indígenas de la cuenca del lago de Pátzcuaro, Michoacán (México). Folleto informativo.
- Lars, T.S.; Heiselberg, P. (2006). Single-sided natural ventilation driven by wind pressure and temperature difference. Energy and Buildings 40, 1031-1040. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2006.07.012>
- Mak, C.M.; Yik, W.H. (2002). A study of natural ventilation in a kitchen using computational fluid dynamics (CFD). Architectural Science Review 45, 183-190. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00038628.2002.9697509>
- Masera, O.R.; Saatkamp, B.D.; Kammen, D.M. (2000). From linear fuel switching to multiple cooking strategies: A critique and alternative to the energy ladder model. World Development 28 (12), 2083-2103. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(00\)00076-0](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(00)00076-0)
- Masera, O.R.; Edwards, R.; Armendariz, C.; Berrueta, V.; Johnson, M.; Rojas, L.; Riojas-Rodriguez, H.; Smith, K.R. (2007). Impact of Patsari improved cookstoves on indoor air quality in Michoacán, Mexico. Energy for Sustainable Development 12 (2), 45-56. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0973-0826\(08\)60399-3](https://doi.org/10.1016/S0973-0826(08)60399-3)
- Neila, J. (2000). Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible: buenas prácticas edificatorias. Boletín CF+S 14. Instituto Juan Herrera. ISSN 1578-097X.
- Nyström y Lorimer (1995). La cocina, el corazón del hogar. En: Estufas en imágenes. Una documentación sobre las estufas mejoradas y tradicionales de África, Asia y América Latina. Westhoff, B.; Germann, D. Comisión de las comunidades europeas. ISBN 3-86099-137-X.
- ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible (2017). 17 Objetivos para transformar nuestro mundo. Naciones Unidas. En: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/> [Consultado el 24 de mayo de 2017].
- Oksanen, J.F.; Blanchet, G.; Friendly, M.; Kindt, R.; Legendre, P.; McGinn, D.; Minchin, P.R.; O'Hara, R. B.; Simpson, G.L.; Solymos, P.; Stevens, M.H.H.; Szoecs, E.; Wagner, H. (2017). Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.4-2. En: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan> [Consultado el 12 de junio de 2017].
- OMS: Organización Mundial de la Salud (2014). Directrices de la OMS sobre la calidad del aire de interiores: quema de combustibles en los hogares. Resumen de orientación.
- OMS: Organización Mundial de la Salud (2017). Amianto. En: [http://www.who.int/ipcs/assessment/public\\_health/asbestos/es/](http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/asbestos/es/) [Consultado el 10 de junio de 2017].
- Ortiz, J. A.; Masera, O. R.; Fuentes, A. F. (2014). La ecotecnología en México. Unidad Ecotecnologías, IIES, UNAM. ISBN 978-607-8389-03-3.
- Parajuli, I.; Lee, H.; Raj, K. (2016). Indoor Air Quality and Ventilation Assessment of Rural Mountainous households of Nepal. International Journal of Sustainable Built Environment Volume 5, 301-311. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijsbe.2016.08.003>
- Pine, K.; Edwards, R.; Masera, O.; Schilman, A.; Marrón-Mares, A.; Riojas-Rodríguez, H. (2011). Adoption and use of improved biomass stoves in Rural México. Energy for Sustainable Development 15, 176-183. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.07.086>
- Prieto, V. (2006). Proyecto de recuperación de la arquitectura vernácula e impulso al desarrollo integral de la comunidad indígena de San Antonio Tierras Blancas, Municipio de los Reyes, Michoacán. Secretaría de Cultura del Estado de Michoacán. ISBN 970-9978-12-8.
- R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. En: <https://www.R-project.org/> [Consultado el 12 de junio de 2017].
- Roth, C. (2015). Cooking systems for a cleaner kitchen using solid biomass fuels [Diapositivas de PowerPoint].
- Ruiz-Mercado, I.; Masera, O.; Zamora, H.; Smith, K.R. (2011). Adoption and sustained use of improved cookstoves. Energy Policy 39, 7557-7566. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.03.028>
- Ruth, M.; Maggio, J.; Whelan, K.; DeYoung, M.; May, J.; Peterson, A.; y Paterson, K. (2013). Kitchen 2.0: Design Guidance for Healthier Cooking Environments. International Journal for Service Learning in Engineering. Special Edition, pp. 151-169. ISSN 1555-9033.
- Salas, J.; Franchini, T.; Mancebo, J.A.; Gesto, B. (2012). Evaluando la habitabilidad básica. Una propuesta para proyectos de cooperación. Catarata. ISBN 978-84-8319-665-6.
- Salas, J.; Gesto, B. (2011). Por una tecnología pertinente para dotar de habitabilidad básica a las comunidades rurales aisladas. En: Tecnologías para el desarrollo humano de las comunidades rurales aisladas. Real Academia de Ingeniería. ISBN 978-84-95662-44-6.
- Sallez, V.; de la Paz, M. (2008). Viviendas pobres en México: un estudio desde la óptica de género. En: Retos para la integración social de los pobres en América Latina. Barba, C. CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. ISBN 978-987-1183-80-7.
- SEDESOL: Secretaría de Desarrollo Social (2013). Catálogo de localidades. En: <http://www.microrregiones.gob.mx/> [Consultado el 12 de febrero de 2017].
- SEDESOL: Secretaría de Desarrollo Social (2015). Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2016.

Shen, X.; Su, R.; Ntinis, G. K.; Zhang, G. (2016). Influence of sidewall openings on air change rate and airflow conditions inside and outside low-rise naturally ventilated buildings. *Energy and Buildings* 130, 453-464. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.08.056>

SHF: Sociedad Hipotecaria Federal (2017). ECOCASA. En: <http://www.ecocasa.gob.mx/Paginas/Inicio.aspx> [Consultado el 1 de junio de 2017].

Simon, G.; Bailis, R.; Baumgartner, J.; Hyman, J.; Laurent, A. (2014). Current debates and future research needs in the clean cookstove sector. *Energy for Sustainable Development* 20, 49-57. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.07.086>

Soberanes, M.J. (2007). Un paseo por la historia de la cocina-espacio-mueble. *Hospitalidad ESDAI*. 12, 83-95.

Spengler, J.D.; Chen, Q. Y. (2000). Indoor air quality factors in designing a healthy building. *Annual Review of Energy and the Environment* 25, 567-600. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.25.1.567>

Stavrakakis, G.G.; Koukou, M.K.; Vrachopoulos, M.G.; Markatos, N.C. (2008). Natural-cross-ventilation in buildings: Building scale experiments, numerical simulation and thermal comfort evaluation. *Energy and Buildings* 40, 1666-1681. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2008.02.022>

Windfinder (2017). Estadísticas del viento y del tiempo. En: [https://es.windfinder.com/windstatistics/morelia\\_aero\\_lado\\_de\\_cuitzeo](https://es.windfinder.com/windstatistics/morelia_aero_lado_de_cuitzeo) [Consultado el 10 de marzo de 2017].

Zuk, M.; Rojas, L.; Blanco, S.; Serrano, P.; Cruz, J.; Angeles, F.; Tzintzun, G.; Armendariz, C.; Edwards, R.; Johnson, M.; Riojas-Rodríguez, H.; Masera, O. (2007). The impact of improved Wood-burning stoves on fine particulate matter concentrations in rural Mexican homes. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* 17, 224-232. DOI: [10.1038/sj.jes.7500499](https://doi.org/10.1038/sj.jes.7500499)

## **10. ANEXOS**

### **ANEXO 1. CUESTIONARIO Y ENTREVISTA TIPO**

# VIVIENDA	GEOLOCALIZACIÓN:				
# PLANTAS	ESTADO GENERAL: B R M		COMUNIDAD:		
TIPO DE VIVIENDA:			CUBIERTA: BRM	FACHADAS BRM	
# HABITACIONES	MAT.TECHO ESTADO BRM		MAT.PAREDES BRM		MAT.SUELO Nivelado S / N BRM
<input type="checkbox"/> ORDEN <input type="checkbox"/> DESOR	<input type="checkbox"/> LIMP <input type="checkbox"/> SUC		<input type="checkbox"/> LIMP <input type="checkbox"/> SUC		<input type="checkbox"/> LIMP <input type="checkbox"/> SUC
SALA S / N	M. T. BRM		M.P. BRM		M.S. Nivelado S / N BRM
<input type="checkbox"/> ORDEN <input type="checkbox"/> DESOR	<input type="checkbox"/> LIMP <input type="checkbox"/> SUC		<input type="checkbox"/> LIMP <input type="checkbox"/> SUC		<input type="checkbox"/> LIMP <input type="checkbox"/> SUC
# BAÑOS	<input type="checkbox"/> DENTRO <input type="checkbox"/> FUERA		<input type="checkbox"/> SECO <input type="checkbox"/> RED <input type="checkbox"/> TINACO <input type="checkbox"/> OTRO:		
	M.T. BRM		M.P. BRM		M.S. Nivelado S / N BRM
<input type="checkbox"/> ORDEN <input type="checkbox"/> DESOR	<input type="checkbox"/> LIMP <input type="checkbox"/> SUC		<input type="checkbox"/> LIMP <input type="checkbox"/> SUC		<input type="checkbox"/> LIMP <input type="checkbox"/> SUC
# COCINAS	<input type="checkbox"/> DENTRO		<input type="checkbox"/> INDEPENDIENTE		
	<input type="checkbox"/> FUERA		<input type="checkbox"/> COMPARTIDO		
			<input type="checkbox"/> PATSARI <input type="checkbox"/> FOGÓN <input type="checkbox"/> GAS L.P. <input type="checkbox"/> OTRA		
<input type="checkbox"/> ORDEN <input type="checkbox"/> DESOR	M.T. BRM		M.P. BRM		M.S. Nivelado S / N BRM
	<input type="checkbox"/> LIMP <input type="checkbox"/> SUC <input type="checkbox"/> HOLLÍN		<input type="checkbox"/> LIMP <input type="checkbox"/> SUC		<input type="checkbox"/> LIMP <input type="checkbox"/> SUC
ESPACIOS <u>EN</u> LA COCINA PRINCIPAL	MANEJO DE ALIMENTOS <input type="checkbox"/> GUARDADOS <input type="checkbox"/> A LA VISTA				DONDE
	MANEJO DE UTENSILIOS <input type="checkbox"/> GUARDADOS <input type="checkbox"/> A LA VISTA				DONDE
	ESPACIO DE PREPARACIÓN DE ALIMENTOS S / N				
	ESPACIO PARA LAVAR LOS ALIMENTOS S / N				
	ESPACIO PARA CONSUMIR ALIMENTOS S / N		<input type="checkbox"/> MESA	<input type="checkbox"/> EN LA PATSARI	<input type="checkbox"/> OTRO:
	ESPACIO PARA MANEJO DE RESIDUOS S / N		<input type="checkbox"/> BOTE	<input type="checkbox"/> BOLSA	<input type="checkbox"/> OTRO:
	ESPACIO ALMACENAR LEÑA S / N		<input type="checkbox"/> ORDENADO	<input type="checkbox"/> CORTADA	<input type="checkbox"/> OTRO:
	ALMACENAJE AGUA S / N		<input type="checkbox"/> GARRAFÓN	<input type="checkbox"/> LLAVE	<input type="checkbox"/> OTRO:
	AMBIENTE ILUMINADO S / N		<input type="checkbox"/> LUZ NATURAL # VENTANAS <input type="checkbox"/> LUZ ARTIFICIAL # BOMBILLAS		
	AMBIENTE VENTILADO S / N		<input type="checkbox"/> NATURAL <input type="checkbox"/> ARTIFICIAL		HEMETICIDAD B R M

ESTUFA PATSARI	<input type="checkbox"/> EN USO <input type="checkbox"/> ENCIENDE OK <input type="checkbox"/> SIN HOLLÍN/CENIZA <input type="checkbox"/> LOSA LIMPIA <input type="checkbox"/> ESPACIO ALMACENAR LEÑA <input type="checkbox"/> LEÑA CORTADA EN RAJAS	
COCINA PRINCIPAL  <input type="checkbox"/> A. Patsari <input type="checkbox"/> B. Estufa gas <input type="checkbox"/> C. Microondas <input type="checkbox"/> D. Refrigerador <input type="checkbox"/> E. Radio <input type="checkbox"/> F. Lámpara <input type="checkbox"/> G. Ventana <input type="checkbox"/> H. Puerta <input type="checkbox"/> I. Mesa <input type="checkbox"/> J. Sillas <input type="checkbox"/> K. Estanterías <input type="checkbox"/> L. Muebles <input type="checkbox"/> M. <input type="checkbox"/> N.	MEDIDAS PLANTA (SITUAR 1,2,3,4)	
	ALZADO 1	ALZADO 2
	ALZADO 3	ALZADO 4
	CROQUIS GENERAL DE LA VIVIENDA	

# VIVIENDA		MUNICIPIO:
FECHA	COMUNIDAD:	
DOMICILIO:		
NOMBRE:		H / M
EDAD:	PROFESION/DE QUE VIVEN:	
CUÁNTAS PERSONAS VIVEN EN ELLA:		
ESTUFA Y PATSARI		¿Cocina normalmente en su casa? S/N ¿A diario?
¿Usa la estufa en todas las comidas?	¿Usa leña? S/N ¿Dónde?	
¿Cuánta leña usa al día?	¿De dónde la saca: la compra o la recolecta?	
¿Cuánto tiempo invierte en eso?	¿Cuánto dinero invierte en eso?	
¿Cuándo puso la Patsari?	¿Para qué la usa?	
¿La pagó usted o se la subvencionaron? ¿Ayuda, programa...?	¿Cuánto tiempo la usa?	
¿Cada cuánto la limpia?	¿Le ha hecho modificaciones?	
¿Qué es lo que más le gusta de ella o lo que más le beneficia o facilita?	¿Lo que menos?	



OTRAS ALTERNATIVAS		¿Qué otras alternativas?
¿Cuál es la que más usa?		¿Cuál es la que más le gusta?
¿Microondas?	¿Qué cocina?	¿Tiempo?
	¿Qué le parece bueno de él?	¿Malo?
¿Gas?	¿Qué cocina?	¿Tiempo?
	¿Qué le parece bueno de él?	¿Malo?
¿Fogón?	¿Qué cocina?	¿Tiempo?
	¿Qué le parece bueno de él?	¿Malo?

USO DE LA COCINA	¿Pasa mucho tiempo en su cocina? ¿Cuánto?
¿Comen todos en ella? S/N ¿Dónde?	¿Y antes de la Patsari?
¿Antes tenía humo en su cocina?	¿Y tras la Patsari?
¿Donde guarda la comida? ¿Tiene un lugar sólo para eso?	¿Y para los trastes?
¿Cada cuánto la limpia?	¿Qué opina de su cocina?
¿Qué es lo que más le gusta?	¿Lo que menos?
¿Cómo le gustaría que fuera el ambiente para cocinar de su vivienda?	¿Ha realizado cambios en su cocina? S/N ¿Cuándo? ¿Antes de la Patsari?

CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA	¿Cuándo construyeron la casa?
¿Ha realizado cambios en su vivienda? S/N ¿Cuándo?	¿La construyeron ustedes, con ayuda, constructor?
¿Subvención o dinero propio?	¿Programa del gobierno?
¿Sabe de qué materiales está hecha?	¿El terreno es suyo?
¿Viven más familiares en el terreno o cerca?	¿Alguno de sus familiares es migrante o vive lejos?
¿Cómo se siente en su casa?	¿Qué es lo que más le gusta?
¿Lo que menos?	¿Cambiaría algo?
¿Pasa frío o calor en su casa?	¿En las habitaciones, sala o cocina?

¿Tiene pensado hacer cambios en su casa o cocina? S/N ¿Por qué?	¿Si hiciera obra en su casa qué materiales usaría?
¿Preferiría que su vivienda fuera de otro material? S / N ¿Cuál elegiría?	¿Qué piensa de ese material? ¿Por qué lo elegiría?
¿Alguno de los miembros sabe construir?	¿Qué materiales son más comunes en la comunidad?
¿De dónde los sacan: gobierno, lo compran?	¿Han construido muebles, estanterías...?
¿Si le capacitaran para autoconstruir su casa, haría usted mismo mejoras? S/N ¿Por qué?	¿Si le capacitaran para usar materiales naturales, tierra, madera, le gustaría usar estos materiales? S/N ¿Qué piensa de ellos?
¿Y para captar el agua de lluvia, poder tratarla, tratar el agua sucia que usan en su casa y poder usarla para otra cosa...?	¿Qué piensa de estas técnicas?
¿Las usa la gente de la comunidad?	

## **ANEXO 2. MATRICES DEL ANÁLISIS dbRDA**

### **2.1. Matriz 1: Uso de las estufas Patsari**

#### 1. "FOGON"

Usa fogón [1=SI; 2=NO]

#### 2. "GAS"

Usa gas [1=SI; 2=NO]

#### 3. "MICRO"

Usa microondas [1=SI; 2=NO]

#### 4. "MAS.PATS"

La estufa Patsari es la tecnología que más usa [1=SI; 2=NO]

#### 5. "MAS.FOGON"

El fogón es la tecnología que más usa [1=SI; 2=NO]

#### 6. "MAS.GAS"

La estufa de gas LP es la tecnología que más usa [1=SI; 2=NO]

#### 7. "USO.EXCLUSIVO"

Usa la estufa Patsari en todas las comidas El fogón es la tecnología que más usa [1=SI; 2=SI, junto a otras tecnologías]

#### 8. "TIEMPO.USO"

Cuánto tiempo usa la estufa Patsari [1=Todo el día; 2=A veces todo el día, a veces mediodía; 3=Toda la mañana; 4=Unas pocas horas al día; 5=Poco]

#### 9. "TIEMPO.EN.COCINA"

Pasa mucho tiempo en su cocina [1=SI; 2=NO]

#### 10. "USA.COMIDA"

Usa la estufa Patsari para hacer comida [1=SI; 2=NO]

#### 11. "USA.AGUA.CALIENTE"

Usa la estufa Patsari para calentar agua para el baño [1=SI; 2=NO]

#### 12. "USA.TORTILLAS"

Usa la estufa Patsari para hacer tortillas [1=SI; 2=NO]

#### 13. "USA.NIXTAMAL"

Usa la estufa Patsari para hacer nixtamal [1=SI; 2=NO]

#### 14. "OTRA.COCINA"

Tiene otra cocina además de la cocina Patsari [1=SI; 2=NO]

#### 15. "No.TEC"

Número de tecnologías presentes en la cocina [Nº]

#### 16. "No.USOS"

Número de usos diferentes que le da a la Patsari [Nº]

### **2.2. Matriz 2.1: Condiciones y mejoras de las estufas Patsari**

#### 1. "FOGON.CON.PATS"

Fogón ubicado junto a la estufa Patsari [1=SI; 2=NO]

#### 2. "ALMACENA.LEÑA.COCINA"

Espacio para almacenar leña en la cocina Patsari [1=SI; 2=NO]

#### 3. "ORDEN"

Leña en orden [1=SI; 2=NO]

#### 4. "CORTADA"

Leña cortada en pedazos pequeños [1=SI; 2=NO]

#### 5. "BAJO.PATS"

Leña guardada debajo de la estufa Patsari [1=SI; 2=NO]

#### 6. "VENTILADOR"

La estufa Patsari tiene ventilador instalado [1=SI; 2=NO]

#### 7. "BOILER"

La estufa Patsari tiene boiler instalado [1=SI; 2=NO]

#### 8. "ENCIENDE.OK"

La estufa Patsari enciende y funciona correctamente [1=SI; 2=NO]

#### 9. "HOLLIN.PATS"

La estufa Patsari tiene hollín [1=SI; 2=NO]

#### 10. "LOSA.LIMPIA"

La estufa Patsari tiene la losa limpia (incluyendo comales) [1=SI; 2=NO]

### **2.3. Matriz 2.2: Condiciones y mejora del ambiente de la cocina**

#### 1. "ESTADO.COCINA.PATS"

Estado general de la cocina Patsari [1=Bueno; 2=Regular; 3= Malo]

#### 2. "ESTADO.TECHO"

Estado del techo de la cocina Patsari [1=Bueno; 2=Regular; 3= Malo]



### 3. "HOLLIN.TECHO"

El techo de la cocina Patsari tiene hollín [1=SI; 2=NO]

### 4. "ESTADO.PAREDES"

Estado de las paredes de la cocina Patsari [1=Bueno; 2=Regular; 3= Malo]

### 5. "ESTADO.SUELO"

Estado del suelo de la cocina Patsari [1=Bueno; 2=Regular; 3= Malo]

### 6. "ILUMINACION"

Ambiente de la cocina Patsari iluminado [1=Buena entrada de luz natural; 2= Poca entrada de luz natural; 3= No hay entrada de luz natural]

### 7. "VENTILACION"

Percepción del ambiente de la cocina Patsari ventilado [1=SI; 2=NO]

### 8. "HERMETICIDAD"

Nivel de hermeticidad de la cocina Patsari [1=Buena hermeticidad; 2= Regular; 3= Mala]

### 9. "REFRI"

Tienen refrigerador en la cocina Patsari [1=SI; 2=NO, no tienen refrigerador en ningún lugar; 3= No tienen refrigerador en la cocina Patsari pero sí en otro lugar de la vivienda]

### 10. "CONSTR.MUEBLES"

Alguno de los miembros de la familia han construido muebles o estanterías para su casa o cocina [1=SI; 2=NO]

### 11. "CAMBIOS.COCINA"

Han realizado cambios en su cocina [1=SI; 2=NO]

## 2.4. Matriz 2.3: Comportamientos saludables de las usuarias

### 1. "COCINA.ORDEN"

La cocina Patsari está ordenada [1=SI; 2=NO]

### 2. "HAB..ORDEN"

Las habitaciones de la casa están ordenadas [1=SI; 2=NO]

### 3. "ALIM.GUARDADOS"

Respecto al manejo de alimentos, se encuentran guardados en la cocina Patsari [1=SI; 2=NO]

### 4. "ALIM.VISTA"

Respecto al manejo de alimentos, se encuentran a la vista en la cocina Patsari [1=SI; 2=NO]

### 5. "UTENS.GUARDADOS"

Respecto al manejo de utensilios, se encuentran guardados en la cocina Patsari [1=SI; 2=NO]

### 6. "UTENS.VISTA"

Respecto al manejo de utensilios, se encuentran a la vista en la cocina Patsari [1=SI; 2=NO]

### 7. "RESIDUOS.ESPACIO"

Hay un espacio en la cocina Patsari para el manejo de residuos [1=SI; 2=NO]

### 8. "LIMPIEZA.PATS"

Cada cuánto limpia la estufa Patsari [1=A diario; 2=Menos de una semana, cada vez; 3=Entre 1 semana y menos de 2, cada vez; 4= Entre 2 semanas y menos de 3, cada vez; 5=3 semanas o más, cada vez]

### 9. "LIMPIEZA.COCINA"

Cada cuánto limpia la cocina Patsari [1=A diario; 2=Menos de una semana, cada vez; 3=Entre 1 semana y menos de 2, cada vez; 4= Entre 2 semanas y menos de 3, cada vez; 5=3 semanas o más, cada vez]

### 10. "LAVADO.ALIM"

Habilita algún espacio para el lavado de alimentos en la cocina Patsari [1=SI; 2=NO]

### 11. "TRASTES.PARED"

Tienen muchos trastes ordenados, colgados o en estanterías en alguna de sus cocinas [1=SI; 2=NO]

### 12. "ANIMALES"

Hay presencia de animales en la cocina Patsari [1=NO; 2=Sí hay dentro de la cocina; 3= No hay en la cocina pero hay fuera]

### ANEXO 3. LISTADO DE MEJORAS Y RECOMENDACIONES

TIPO DE ACTOR	MEJORAS Y CONDICIONES DE LAS ESTUFAS	MEJORAS Y CONDICIONES DE LOS AMBIENTES	COMPORTAMIENTOS SALUDABLES
USUARIAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiarla de forma correcta y periódicamente: comales, losa, abertura para la leña</li> <li>• Darle un mantenimiento periódico y adecuado, puntualizando en la importancia de quitarle el hollín a la chimenea (chacuaco) y los comales</li> <li>• Disponer un espacio para leña bajo la estufa y que la leña esté ordenada y cortada en pedazos y seca</li> <li>• Evitar el fogón en el mismo espacio que la Patsari</li> <li>• Evitar el fogón en general en cualquier espacio cerrado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener limpio el espacio de la cocina, limpiarla de forma correcta y periódicamente: recoger basura, limpiar superficies, barrer el suelo, limpiarlo con agua y jabón, quitar telarañas, quitar polvo.</li> <li>• Ordenar el espacio, tanto de la cocina como del resto de estancias de la vivienda evitando amontonar utensilios a nivel del suelo para evitar la acumulación de polvo y/o animales</li> <li>• Destinar espacios específicos en la cocina para el lavado de alimentos y manejo de residuos</li> <li>• Realizar un correcto manejo de los residuos, evitando la quema de los mismos y separando la basura en orgánica, plásticos, papel y vidrio para un mejor aprovechamiento de los residuos</li> <li>• Darle un mantenimiento periódico y adecuado a la cocina, puntualizando en la importancia de quitar el hollín de las paredes y evitar su acumulación, para ello, pintar de forma periódica las paredes y techo</li> <li>• Colocar tela de mosquitero en los huecos permanentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuidar la procedencia y estado del agua para consumo humano. Realizar prácticas saludables respecto a esto: obtención del agua en manantial, si fuera posible, compra de garrafón, hervido de agua, etc.</li> <li>• Mantener el agua para consumo humano en un lugar seguro, elevado del suelo y cerrado para evitar polvo y/o animales</li> <li>• Manejo adecuado de alimentos, evitando dejarlos a la vista de animales y al aire libre para evitar su rápida descomposición</li> <li>• Evitar la presencia de animales dentro de las cocinas</li> <li>• En lo posible, evitar que los niños se encuentren dentro de las cocinas en los procesos de encendido y apagado de la estufa por ser cuando más emisiones hay</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aunque las recomendaciones expresadas son generales, se debería realizar un análisis previo de los condicionantes específicos en cada caso para que los técnicos, asesores o personal de las asociaciones pudieran arrojar una serie de estrategias personalizadas y adecuadas</li> </ul>		
AUTO-CONSTRUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar mejoras a las estufas como pintarlas o colocarle azulejos en su superficie</li> <li>• Si existe fogón, abrir huecos altos en las paredes cercanas a donde se sitúe para permitir la salida del</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar los materiales de la cocina: si existen maderas en mal estado, cambiarlas, si existen huecos en las paredes, taparlos de forma correcta y con materiales que no estén deteriorados</li> <li>• Realizar aperturas de huecos con una relación mínima de tamaño de los</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar las tareas de construcción con las medidas de seguridad adecuadas en la medida de lo posible: botas de seguridad, guantes, protección</li> </ul>

	humos de forma más eficiente	<p>huecos=23.33% del área en planta de la cocina</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si sólo hay una pared, colocar dos aberturas de forma vertical o lo suficientemente grande para permitir el ascenso y salida del aire caliente por la superior</li> <li>• Si existe la posibilidad, colocar dos huecos situados enfrentados para que haya ventilación cruzada. Como solución óptima, los huecos se dispondrán en paredes adyacentes, colocados a la mayor distancia posible en diagonal. Para una velocidad del viento mayor, el hueco de entrada será mayor que el de salida</li> <li>• Orientar el hueco de entrada de aire, de preferencia, a 45° de la dirección del viento dominante</li> <li>• Para la apertura de huecos, se realizará un asesoramiento técnico específico por parte de expertos según el material de la envolvente</li> <li>• Colocar dispositivos en los huecos que permitan abrirlos o cerrarlos cuando sea necesario, procurando no dejarlos abiertos permanentemente</li> <li>• Ubicar, en la medida de lo posible, a sotavento los ambientes cálidos, con humedad o malos olores</li> <li>• Aislar las envolventes de las cocinas donde hay percepción de frío: en las cubiertas se puede colocar aislantes naturales como lana de oveja. En las paredes, según el material de las mismas, se podría innovar con materiales naturales o fáciles de conseguir que sean tradicionales en la zona, como por ejemplo la tierra. En este ejemplo, se podría diseñar un trasdosado de planchas de tierra y paja, de bajareque, que permitiera sellar los huecos existentes y aportar la inercia de la tierra para evitar la pérdida de calor del interior al exterior</li> <li>• Impermeabilizar las cubiertas</li> <li>• Evitar el asbesto en las cubiertas que se conozca con contenido en amianto. En el caso de que esté presente, al ser extremadamente peligroso para la salud, se debe quitar el material por manos profesionales y con las medidas de seguridad adecuadas</li> </ul>	<p>para la vista, mascarilla</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar de preferencia materiales naturales y evitar los tóxicos</li> <li>• Si se usan materiales tóxicos mantener el espacio de trabajo aireado y protegerse</li> <li>• Mantener el área de trabajo limpia y evitar que los materiales se queden a la intemperie durante un periodo prolongado</li> </ul>
--	------------------------------	---	---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>En cualquier caso, el profesional encargado del asesoramiento, debería realizar un diagnóstico previo y específico de la vivienda para poder recomendar las estrategias oportunas y que la autoconstrucción pueda llevarse a cabo de forma óptima. Para ello, tendrá en cuenta condicionantes como la orientación de la cocina, tipo de material y estado de las envolventes, análisis de los vientos o condicionantes climáticos, entre otros. De esta forma, podrán arrojar una serie de recomendaciones específicas y adecuadas a cada caso, relacionadas con la autoconstrucción, la ecotecnología y la arquitectura bioclimática, para mejorar las condiciones de los ambientes, que no se presentan desarrolladas en el presente listado dada la amplitud de casos que pueden encontrarse.</li> </ul>		
<b>CAPACITADORES E INSTALADORES DE ESTUFAS PATSARI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informar a las usuarias del mantenimiento periódico que deben hacerle a las Patsari y mostrarle de forma práctica los pasos que deben seguir para ello</li> <li>Informar a las usuarias de los problemas ocasionados por usar el fogón en espacios cerrados</li> <li>Realizar un seguimiento periódico a las estufas para comprobar que se encuentran en buen estado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informar a las usuarias de la importancia de la ventilación en las cocinas</li> <li>Comprobar que haya huecos suficientes en las cocinas para una buena ventilación</li> <li>Construir la estufa cerca de una ventana o en una zona ventilada para permitir la correcta salida del humo</li> <li>Colocar la chimenea de la estufa (y por tanto orientar de forma correcta ésta) evitando lugares con reflujo de viento al exterior de las casas, a sotavento</li> <li>Colocar la chimenea a más de 1.2m de altura</li> <li>Colocar el capuchón o sombrero a la chimenea para que no entre agua por la misma en época de lluvias</li> <li>Sugerir a las usuarias posibles cambios en las cocinas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informar a las usuarias de la necesidad de realizar los distintos comportamientos saludables para beneficio de toda la familia</li> <li>Encontrarse accesible para que las usuarias puedan consultarle dudas respecto al uso y mantenimiento de las estufas</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>En todo caso se debe tener en cuenta los condicionantes locales para que las recomendaciones de los capacitadores e instaladores sean las más adecuadas</li> </ul>		
<b>ASOCIACIONES CIVILES Y ONGs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitar a los técnicos e implementadores para que ellos a la vez puedan capacitar y sensibilizar a las usuarias en relación al uso y mantenimiento de las estufas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitar a los técnicos e implementadores para que ellos a la vez puedan capacitar y sensibilizar a las usuarias en relación a la construcción de la estufa, ubicación de la misma, ventilación y mejora del ambiente de la cocina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitar a los técnicos e implementadores para que ellos a la vez puedan capacitar y sensibilizar a las usuarias en relación a los comportamientos saludables</li> <li>Desarrollar campañas de difusión de buenas prácticas</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar proyectos de disseminación de estufas con enfoque ampliado a las cocinas y comportamientos saludables, y con enfoque de género</li> <li>Desarrollar investigaciones conjuntas (con institutos, universidades) en relación a la temática ampliada</li> <li>En todo caso, se debe tener en cuenta los condicionantes locales para llevar a cabo estrategias adecuadas y enfocadas a la problemática específica de cada comunidad</li> </ul>		

<b>POLÍTICAS PÚBLICAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomentar y desarrollar estrategias integrales, programas y proyectos de disseminación de estufas escalados al ámbito de las cocinas y de la vivienda completa, con enfoque de género</li> <li>• Desarrollar análisis del estado de la temática a nivel local, estatal o federal, con un tamaño de muestra idóneo y con enfoque de género, para actuar con conocimiento de la situación, que incluya los condicionantes del lugar (económicos, sociales, ambientales), la situación de las cocinas y viviendas, así como las percepciones y comportamientos de las usuarias (uso de leña, comportamientos saludables) y que de esta forma se puedan desarrollar e implementar las estrategias, programas y proyectos adecuados en cada caso</li> <li>• Contemplar la importancia de la mejora física integral de las cocinas (materiales y ventilación); de las viviendas (sistemas hidrosanitarios –acceso , desarrollo de ecotecnias, lucha contra el hacinamiento); y del desarrollo de comportamientos saludables</li> <li>• Realizar alianzas público-privadas que fomenten el desarrollo de la temática</li> <li>• Realización de forma directa o financiación de campañas de concienciación y difusión locales a través de distintos canales de comunicación</li> <li>• Posibilitar el acceso a microcréditos a las familias para acceder a tecnologías de cocinado limpio, llevar a cabo las mejoras físicas de las cocinas o viviendas a las que no pueden enfrentarse por sí solos</li> <li>• Apoyo técnico y/o financiero a asociaciones civiles y ONGs para desarrollar las estrategias propuestas, a través de distintas dependencias gubernamentales</li> </ul>
---------------------------	---